



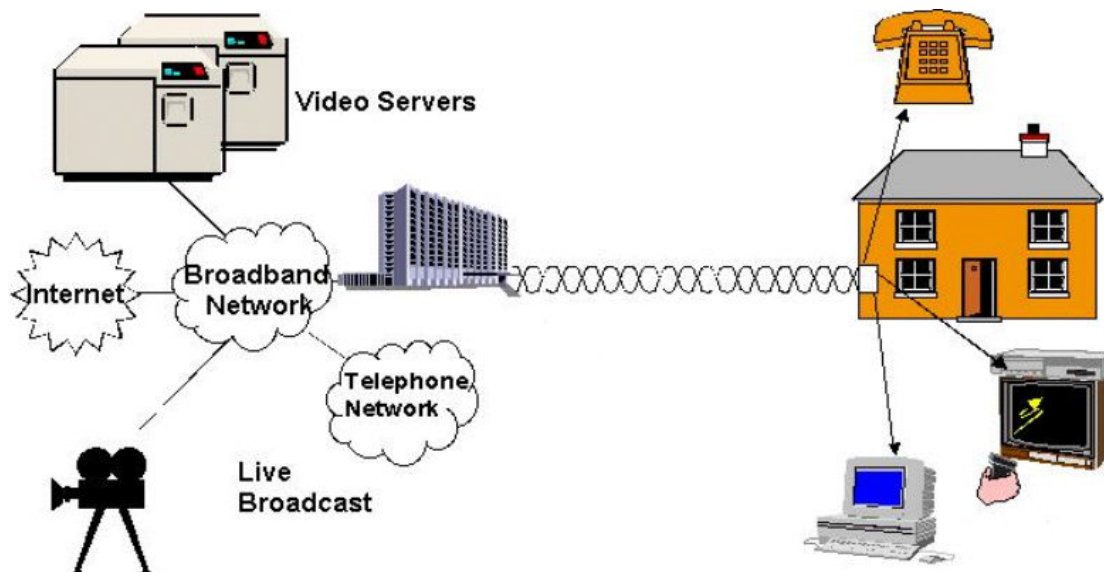
University of *Macedonia*
ECONOMIC AND SOCIAL SCIENCES

MASTER INFORMATION SYSTEMS

NETWORKING TECHNOLOGIES

Professors: A. A. Economides &
A. Pomportsis

**Subject: Broadband Access to Home Technologies
Tselekidou Vasiliki**



Thessaloniki
January 2006

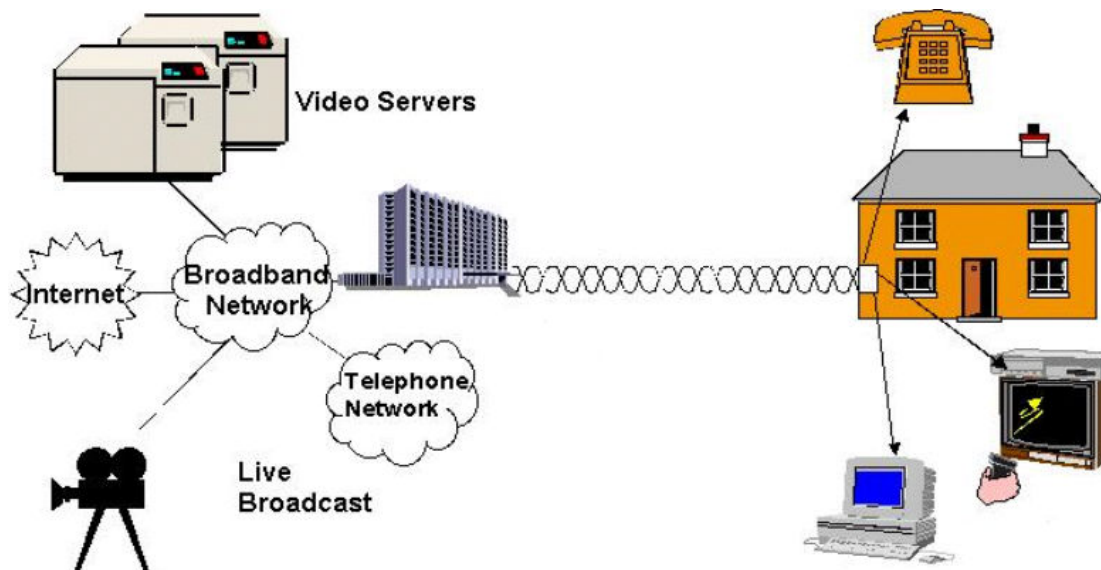


ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ

Καθηγητές: Α. Α. Οικονομίδης &
Α. Πομπόρτσης

Θέμα: Ευρυζωνική πρόσβαση από το σπίτι
Τσελεκίδου Βασιλική



Θεσσαλονίκη
Ιανουάριος 2006

Abstract

Connecting residential users to broadband access networks offers an unprecedented opportunity for offering added-value services and broadband Internet access. Until recently the major obstacle to "broadband networked house" has been the inadequate access network infrastructure and the huge cost of new installations. Today, a number of competing emerging access techniques, ranging from copper enhancements (e.g. ADSL, HDSL, VDSL), wireless solutions (e.g. WLL, MMDS, LMDS) and satellite communications.

Despite of this promising prospect however, the broadband home market is evolving very tenuously. One of the reasons is that the majority of houses cannot support the complex interconnection that is required for the installation of such technologies, while most consumers are unwilling or they can not afford the cost of access and required equipment.

In this document are analyzed the more important technologies for broadband access from home. In brief the technologies that are presented are: xDSL, DirecPC, satellite, WLL, cable modem, MMDS-Multichannel MultiPoint Distribution System, LMDS-Local Multipoint Distribution Service, FWA

Περίληψη

Η σύνδεση από το σπίτι με τα ευρυζωνικά δίκτυα πρόσβασης προσφέρει μια πρωτοφανή ευκαιρία για χρήση υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας και ευρυζωνική πρόσβαση Διαδικτύου στους χρήστες. Μέχρι σήμερα το σημαντικότερο εμπόδιο στο "ευρυζωνικά δικτυωμένο σπίτι" ήταν η ανεπαρκής υποδομή δικτύων πρόσβασης και το τεράστιο κόστος των νέων εγκαταστάσεων. Σήμερα, προσφέρονται διάφορες ανταγωνιστικές αναδυόμενες τεχνικές πρόσβασης, που κυμαίνονται από τη δυνατότητα πρόσβασης μέσω χαλκού (π.χ. ADSL, HDSL, VDSL), μέχρι ασύρματες λύσεις (e.g. WLL, MMDS, LMDS) και δορυφορικές επικοινωνίες.

Παρά αυτήν την ελπιδοφόρο προοπτική εντούτοις, η αγορά προϊόντων ευζωνικής πρόσβασης από το σπίτι εξελίσσεται με πολύ αργούς ρυθμούς. Ένας από τους λόγους είναι ότι η πλειοψηφία των σπιτιών δεν μπορεί να υποστηρίξει την περίπλοκη διασύνδεση που απαιτείται για την εγκατάσταση τέτοιων τεχνολογιών, ενώ οι περισσότεροι καταναλωτές είναι απρόθυμοι ή δεν μπορούν να αντέξουν οικονομικά το κόστος πρόσβασης και του απαιτούμενου εξοπλισμού.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν αναλύονται οι σημαντικότερες τεχνολογίες για ευρυζωνική πρόσβαση από το σπίτι. Επιγραμματικά αναφέρονται οι προτάσεις που παρουσιάζονται: xDSL, DirecPC, satellite, WLL, cable modem, MMDS-Multichannel MultiPoint Distribution System, LMDS-Local Multipoint Distribution Service, FWA.

Contents

Definition of Broadband Access	9
1. xDSL	10
1.1 Definition	10
1.2 xDSL Technologies	10
1.2.1 ADSL	12
1.2.2 HDSL	14
1.2.3 SDSL	14
1.2.4 VDSL	15
1.2.5 VoDSL	15
1.2.6 IDSL ISDN (DSL)	16
1.2.7 MSDSL	16
1.2.8 RADSL	16
1.3 Connection of ADSL	16
1.4 Advantages of ADSL	17
2. DirecPC	19
2.1 Definition	19
2.2 DirecPC Technology	19
3. Internet over Satellite	22
3.1 Definition	22
3.2 Functions of Internet over Satellite	23
3.3 Services that IoS can provide	26
3.4 Is IoS affordable;	26
4. WLL – Wireless Local Loop	29
4.1 Definition	29
4.2 Installation process	30
4.3 WLL Advantages	30
5. Cable modem	32
5.1 Definition	32
5.2 Cable Modem Advantages	33
6. LMDS – Local Multipoint Distribution System	35
6.1 Presentation of LMDS technology	35

6.2 Network architecture	37
7. MMDS – Multichannel Multipoint Distribution Service	39
7.1 Definition	39
7.2 System Characteristics	39
7.3 Comparison of MMDS and LMDS	41
8. FWA – Fixed Wireless Access	42
8.1 Broadband FWA	42
8.2 Services of FWA	43
8.3 Areas of FWA Spectrum	44
9. Greek Reality.	45
10. The future of Internet	47
11. Bibliography	49

Περιεχόμενα

Ορισμός και Προϋποθέσεις Ευρυζωνικής Πρόσβασης	9
1. xDSL	10
1.1 Γενικά	10
1.2 Τεχνολογίες xDSL	10
1.2.1 ADSL	12
1.2.2 HDSL	14
1.2.3 SDSL	14
1.2.4 VDSL	15
1.2.5 VoDSL	15
1.2.6 IDSL ISDN (DSL)	16
1.2.7 MSDSL	16
1.2.8 RADSL	16
1.3 Συνδεσμολογίες	16
1.4 Πλεονεκτήματα του ADSL	17
2. DirecPC	19
2.1 Γενικά	19
2.2 Η τεχνολογία DirecPC	19
3. Internet over Satellite	22
3.1 Γενικά	22
3.2 Πως λειτουργεί το δορυφορικό Internet	23
3.3 Υπηρεσίες που παρέχονται	26
3.4 Πόσο συμφέρει το δορυφορικό Internet;	26
4. WLL – Wireless Local Loop	29
4.1 Γενικά	29
4.2 Διαδικασία εγκατάστασης	30
4.3 Πλεονεκτήματα του WLL	30
5. Cable modem	32
5.1 Γενικά	32
5.2 Πλεονεκτήματα των cable modem	33
6. LMDS – Local Multipoint Distribution System	35
6.1 Παρουσίαση της τεχνολογίας LMDS	35

6.2 Δικτυακή αρχιτεκτονική	37
7. MMDS – Multichannel Multipoint Distribution Service	39
7.1 Γενικά	39
7.2 Χαρακτηριστικά του συστήματος	39
7.3 Σύγκριση MMDS – LMDS	41
8. FWA – Fixed Wireless Access	42
8.1 Ευρεία ζώνη FWA	42
8.2 Κατηγορίες υπηρεσιών FWA	43
8.3 Ζώνες Φάσματος FWA	44
9. Η Ελληνική Πραγματικότητα.	45
10. Το μέλλον του Διαδικτύου	47
11. Βιβλιογραφία	49

Ορισμός και Προϋποθέσεις Ευρυζωνικής Πρόσβασης.

Η Ευρυζωνική πρόσβαση, υπό τη στενή έννοια, ταυτίζεται με την ικανότητα μεταφοράς μεγάλου όγκου πληροφορίας μεταξύ επικοινωνούντων συστημάτων και τελικών χρηστών. Έμφαση δίνεται στην δυνατότητα συνεχούς σύνδεσης με παρόχους πολυμεσικού περιεχομένου και την μετάδοση στο βρόχο πρόσβασης (τελευταίο μίλι) καλής ποιότητας διαδραστικού video. Προϋποθέτει πολιτικές και οικονομικές συνθήκες που διασφαλίζουν την επεκτασιμότητα, κλιμάκωση και βιωσιμότητα υποδομών και υπηρεσιών. Απαραίτητος όρος είναι η ύπαρξη δικτυακών υποδομών κορμού υπέρ-υψηλών ταχυτήτων και αντιστοίχου όγκου, ενδιαφέροντος και οικονομικής αξίας διακινούμενης πληροφορίας.

1. xDSL

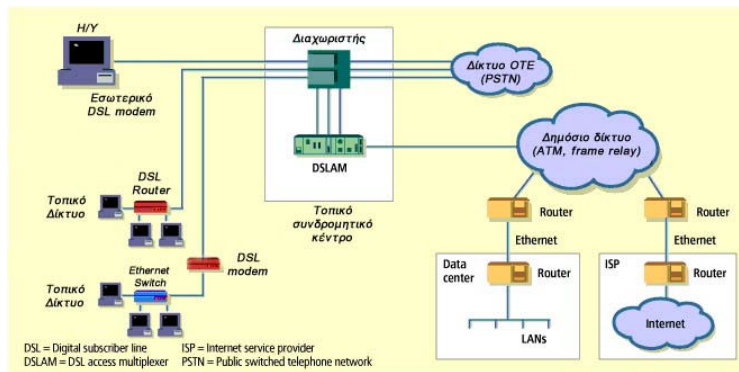
1.1 Γενικά

Για πολλά χρόνια, τα χάλκινα καλώδια (συνεστραμμένα ζεύγη – twisted pairs) χρησιμοποιούνταν σε απλές τηλεφωνικές συνδέσεις. Στη συνέχεια μπήκαν στη ζωή μας τα modems και το Διαδίκτυο. Την τελευταία δεκαετία γνωρίσαμε τη τεχνολογία ISDN και τα πλεονεκτήματα που αυτή προσφέρει ενώ τελευταία γίνεται λόγος για τις τεχνολογίες DSL (Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή), οι οποίες παραμένουν ακόμη άγνωστες για ευρύ κοινό τουλάχιστον της Ελλάδας.

Για δεκαετίες τα χάλκινα καλώδια χρησιμοποιούνταν για τη μεταφορά φωνής, χωρίς να αξιοποιείται στο έπακρο η μεγάλη χωρητικότητα που προσφέρει ο χαλκός. Ο ήχος της ανθρώπινης φωνής αποτελείται από συχνότητες που κυμαίνονται σε εύρος μεταξύ 100Hz και 4.000Hz. Όλες αυτές οι συχνότητες όμως δεν είναι απαραίτητες για να γίνει καταληπτή η φωνή και η χροιά του συνομιλητή και έτσι με ειδικά φίλτρα αποκόπτονται οι επιπλέον συχνότητες, αφού όχι μόνο δε χρειάζονται, αλλά μπορεί και να δημιουργήσουν παρεμβολές- παράσιτα. Το εύρος ζώνης όμως του χαλκού είναι κατά πολύ μεγαλύτερο και μπορεί να αξιοποιηθεί σε άλλες εφαρμογές με κατάλληλους τρόπους, όπως και στην περίπτωση του DSL.¹

1.2 Τεχνολογίες xDSL

Το DSL (Digital Subscriber Line) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων με υψηλή ταχύτητα, μέσω των ήδη υφιστάμενων τηλεφωνικών γραμμών, που στη συντριπτική τους πλειοψηφία, εξυπηρετούν τις τηλεπικοινωνιακές ανάγκες όλου του πλανήτη. Στην ουσία αποτελεί μια τεχνολογία που μετατρέπει το απλό τηλεφωνικό καλώδιο σε ένα δίαυλο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης με τη χρήση ειδικών modems, τα οποία τοποθετούνται στις δυο άκρες της γραμμής (Εικόνα 1).



Εικόνα 1 : ADSL

Το "x" στη συντομογραφία προκύπτει από την ύπαρξη πολλών διαφορετικών και ασύμβατων προδιαγραφών, οι οποίες καλύπτουν διαφορετικές ανάγκες. Με το xDSL, η επικοινωνία γίνεται εξ' ολοκλήρου ψηφιακά, επιτρέποντας τη χρήση πολύ μεγαλύτερου εύρους ζώνης για τη μεταφορά των δεδομένων, χάρη στη χρήση εξελιγμένων τεχνικών διαμόρφωσης σήματος, με αποτέλεσμα την επίτευξη υψηλότερων ταχυτήτων από αυτές των συνηθισμένων dial-up συνδέσεων. Το xDSL επιτρέπει επίσης, τη χρήση ενός μέρους του εύρους για τη μεταφορά αναλογικού σήματος (φωνής), επιτρέποντας έτσι την ταυτόχρονη χρήση μιας φυσικής γραμμής για την τηλεφωνική σύνδεση, αλλά και τη μετάδοση δεδομένων. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή τηλεφωνία και τις υπηρεσίες OTE - ISDN όλες οι υπηρεσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα. Για παράδειγμα μπορούν να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα 2 τηλεφωνικές γραμμές και μία σύνδεση στο internet με ταχύτητα 256K download και 128K upload. Οι πιο διαδεδομένες τεχνολογίες DSL είναι οι παρακάτω:

Τύπος	Μέγιστη Αποστολή Δεδομένων	Μέγιστη Λήψη Δεδομένων	Μέγιστη Απόσταση
ADSL	800 Kbps	8 Mbps	5,500 m
HDSL	1.54 Mbps	1.54 Mbps	3,650 m
IDSL	144 Kbps	144 Kbps	10,700 m
MSDSL	2 Mbps	2 Mbps	8,800 m
RADSL	1 Mbps	7 Mbps	5,500 m
SDSL	2.3 Mbps	2.3 Mbps	6,700 m
VDSL	16 Mbps	52 Mbps	1,200 m

Πίνακας 1 : Τεχνολογίες xDSL

Στη χώρα μας, προς το παρόν, διαθέσιμη προς το ευρύ κοινό είναι μόνον η ADSL τεχνολογία. Σε παγκόσμιο επίπεδο το 60% των καταναλωτών που επιθυμούν ευρυζωνικότητα στο σπίτι τους επιλέγουν τη λύση του ADSL.²

1.2.1 ADSL

Το ADSL, το οποίο προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Asymmetric Digital Subscriber Line, είναι αυτό που δίνεται στους περισσότερους απλούς χρήστες. Στην Ελλάδα αυτή τη στιγμή παρέχεται πιλοτικά από τον ΟΤΕ με μοναδική υπηρεσία το Fast Internet. Η τεχνολογία ADSL εξασφαλίζει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο και σε άλλα Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα, δίνοντας τη δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων (δεδομένα, κινούμενη εικόνα, γραφικά) μέσω της απλής τηλεφωνικής γραμμής. Αυτό γίνεται εφικτό χάρη στους εξελιγμένους αλγόριθμους και στη βελτιωμένη ψηφιακή επεξεργασία σήματος, τα οποία συμπιέζουν σε μεγάλο βαθμό την πληροφορία που μεταδίδεται μέσα από τα υπάρχοντα τηλεφωνικά καλώδια, καθώς επίσης και στη βελτίωση των μετασχηματιστών, των αναλογικών φίλτρων και των μετατροπέων σήματος (από αναλογικό σε ψηφιακό).

Κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας είναι ότι η μεταφορά δεδομένων γίνεται με ασύμμετρο τρόπο, δηλαδή προσφέρει διαφορετικό ρυθμό για τη λήψη (μέχρι 8 Mbps downstream) και διαφορετικό για την αποστολή δεδομένων (640 kbps upstream). Το σημαντικότερο είναι ότι το εύρος ζώνης δεν το μοιραζόμαστε, αλλά είναι εξ' ολοκλήρου στη διάθεσή μας. Ωστόσο θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι η απόδοση του ADSL εξαρτάται σημαντικά από την απόσταση του χρήστη από τον τηλεπικοινωνιακό παροχέα και φθάνει τα:

1,5 Mbps για απόσταση 5,5 km

2,0 Mbps για απόσταση 4,9 km

6,3 Mbps για απόσταση 3,6 km

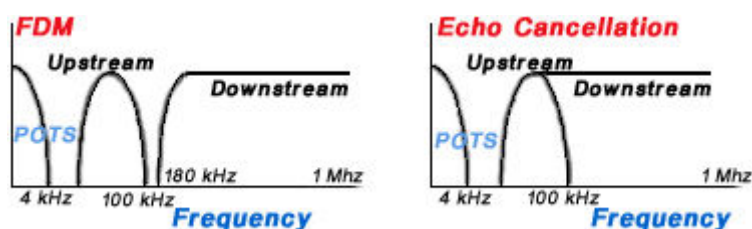
8,4 Mbps για απόσταση 2,7 km

Τα ADSL modems κυκλοφορούν στο εμπόριο (τουλάχιστον για το εξωτερικό) σε διαφορετικούς ρυθμούς ταχυτήτων. Η «μικρότερη έκδοση» παρέχει 1,5 με 2 Mbps

για τη λήψη δεδομένων (downstream) και 16 kbps για την αποστολή δεδομένων (upstream).

Οι τηλεφωνικές γραμμές μεγάλου μήκους προκαλούν μεγάλη εξασθένιση στα σήματα υψηλών συχνοτήτων που μπορεί να φτάσει και τα 90 dB στο 1 MHz (το οποίο αποτελεί το άνω όριο της ζώνης που χρησιμοποιεί το ADSL), υποχρεώνοντας έτσι τα ADSL modems να «δουλεύουν πολύ σκληρά» για να πετύχουν μεγάλο δυναμικό εύρος, να διαχωρίσουν τα κανάλια και να κρατήσουν το θόρυβο σε χαμηλά επίπεδα. Για τον απλό χρήστη το ADSL φαίνεται κάτι απλό -διαφανείς «σωλήνες» σύγχρονων δεδομένων διαφορετικών ταχυτήτων πάνω από απλές τηλεφωνικές γραμμές. Μέσα στα ADSL modems, όπου όλα τα τρανζίστορ λειτουργούν, υπάρχει ένα θαύμα τεχνολογίας.

Για να δημιουργηθούν πολλαπλά κανάλια επικοινωνίας, τα ADSL modems χωρίζουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης μιας τηλεφωνικής γραμμής με ένα από τους δυο ακόλουθους τρόπους- α) Πολυπλεξία στη συχνότητα (Frequency Division Multiplexing) ή β) Καταστολή της ηχούς (Echo Cancellation) (Εικόνα 2). Αναλυτικά: α) Με την πολυπλεξία στη συχνότητα δεσμεύεται μία ζώνη για τα δεδομένα λήψης (256 διακριτά κανάλια σε φάσμα 26 kHz μέχρι 1,2 MHz) και μια άλλη ζώνη για τα δεδομένα αποστολής. Το μονοπάτι για τα δεδομένα λήψης χωρίζεται στη συνέχεια μέσω πολυπλεξίας στο χρόνο σε ένα ή περισσότερα κανάλια υψηλής ταχύτητας και σε ένα ή περισσότερα κανάλια χαμηλής ταχύτητας. Το μονοπάτι για τα δεδομένα αποστολής πολυπλέκεται επίσης σε αντίστοιχα κανάλια χαμηλής ταχύτητας. β) Με την καταστολή της ηχούς η ζώνη για τα δεδομένα αποστολής επικαλύπτεται με τη ζώνη για τα δεδομένα λήψης και αυτές στη συνέχεια διαχωρίζονται μέσω τοπικής καταστολής της ηχούς, μια τεχνικής γνωστής στα V.32 και V.34 modems.



Εικόνα 2 : Εύρος ζώνης ADSL

Οποιαδήποτε από τις δύο τεχνικές χρησιμοποιηθεί, το ADSL διαχωρίζει μια περιοχή 4 kHz (κάνάλι φωνής) για απλή τηλεφωνία (POTS) κοντά στη DC περιοχή της ζώνης. Επίσης, κάθε ένα από τα 256 κανάλια μπορεί να μεταφέρει (μέσω πολυπλεξίας στο χρόνο) μέχρι 32 kbps. Έτσι, η μέγιστη ταχύτητα που μπορούμε να πετύχουμε με την τεχνολογία ADSL είναι $256 * 32 \text{ kbps} = 8.192 \text{ Mbps}$.

Ένα ADSL modem οργανώνει σε μπλοκ τις ροές των δεδομένων που δημιουργούνται από την πολυπλεξία των καναλιών λήψης και των καναλιών αμφίδρομης επικοινωνίας και στη συνέχεια προσαρτεί ένα κώδικα διόρθωσης σφαλμάτων σε κάθε μπλοκ. Ο δέκτης στη συνέχεια διορθώνει τα σφάλματα που δημιουργούνται κατά την αποστολή των μπλοκ. Έτσι, ακόμη και σε κινούμενη εικόνα (MPEG video) όπου τα σφάλματα μειώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητά της, επιτυγχάνονται πολύ μικροί ρυθμοί σφαλμάτων (BER μικρότερο του $1/10^9$).

1.2.2 HDSL ¹

Το ακρωνύμιο HDSL προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων High-bit-rate Digital Subscriber Line και σε αντίθεση με το ADSL είναι συμμετρικό και προσφέρει τον ίδιο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (μέχρι 2 Mbps) τόσο για τη αποστολή όσο και για τη λήψη. Ωστόσο, η μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 3,5 km. Μια άλλη βασική διαφορά από το ADSL είναι ότι απαιτείται η εγκατάσταση 2 τηλεφωνικών γραμμών (2 συνεστραμμένα καλώδια).

1.2.3 SDSL

Το SDSL, Single-line Digital Subscriber Line, είναι μια τεχνολογία παρόμοια με το HDSL όσον αφορά στο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (μέχρι 2 Mbps), που απαιτεί όμως μόνο ένα συνεστραμμένο ζεύγος χαλκού. Για το λόγο αυτό, η μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων δεν μπορεί να ξεπερνά τα 3 km.

1.2.4 VDSL

Το VDSL, Very-high-data-rate Digital Subscriber Line, βρίσκεται ακόμη σε φάση ανάπτυξης και υπόσχεται να δώσει εντυπωσιακά μεγαλύτερες ταχύτητες που μπορεί να φτάνουν τα 52 Mbps, με περιορισμό όμως τη μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων του χάλκινου αγωγού. Ανάλογα με την υλοποίηση, το VDSL δε μπορεί να ξεπερνά το 1,5 km και οι ρυθμοί μετάδοσης κυμαίνονται για τη λήψη από 13 έως 52 Mbps και για την αποστολή από 1,5 έως 2,3 Mbps.

Η νεότερη έκδοση του, η VDSL2 παρέχει τη δυνατότητα πρόσβαση στο διαδύκτιο με εξαιρετικά υψηλές ταχύτητες, 100Mbps (για αποστολή και λήψη δεδομένων). Επιπλέον το VDSL2 μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες πολυμέσων όπως HDTV (multi-channel high definition TV), video on demand, videoconferencing, και VoIP, χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα τηλεφωνική καλωδίωση.²

1.2.5 VoDSL

Voice-over DSL (VoDSL): ένα είδος IP τηλεφωνίας, το οποίο επιτρέπει πολλές τηλεφωνικές γραμμές να συνδυαστούν σε μια τηλεφωνική γραμμή με δυνατότητες μετάδοσης δεδομένων.

Παρέχει τη δυνατότητα στους συνδρομητές να πραγματοποιούν τηλεφωνικές κλήσεις μέσω του VoIP (Voice Over IP Protocol). Με τον τρόπο αυτό τα φωνητικά σήματα μετατρέπονται σε πακέτα τα οποία μεταφέρονται στις τηλεφωνικές γραμμές. Έτσι αποφεύγονται οι υψηλές χρεώσεις των παραδοσιακών PSTN (Public Switched Telephone Network), τηλεφωνικών συνδέσεων.

Οι εφαρμογές VoIP χρησιμοποιούνται με ένα απλό μικρόφωνο υπολογιστή. Σήμερα η ποιότητα και η αξιοπιστία των VoIP τεχνολογιών έχει βελτιωθεί σε τέτοιο σημείο ώστε μια μεγάλη μερίδα ανθρώπων σε όλο τον κόσμο τις χρησιμοποιεί σε αντικατάσταση των παλιών τηλεφωνικών τους συνδέσεων.³

1.2.6 IDSL ISDN (DSL) ⁴

Η τεχνολογία αυτή παρέχεται κυρίως στους χρήστες του ISDN. Είναι πιο αργή από τις υπόλοιπες DSL και λειτουργεί στα 144Kbps και για τις δύο κατευθύνσεις. Το πλεονέκτημα είναι ότι χρησιμοποιείται ο εξοπλισμός της ISDN, αλλά το κέρδος είναι μόλις 16 Kbps (αφού η ISDN λειτουργεί στα 128 Kbps).

1.2.7 MSDSL

Multirate Symmetric DSL (MSDSL): είναι συμμετρική DSL που μπορεί να μεταφέρει με πολλούς διαφορετικούς ρυθμούς δεδομένων. Ο ρυθμός καθορίζεται από τον παροχέα της υπηρεσίας, και βασίζεται κυρίως στο κόστος της σύνδεσης.

1.2.8 RADSL

Rate Adaptive DSL (RADSL): είναι μια παραλλαγή της DSL η οποία επιτρέπει το Modem να ρυθμίσει την ταχύτητα της σύνδεσης ανάλογα με το μήκος και την ποιότητα της γραμμής.

1.3 Συνδεσμολογίες

ADSL (splitterless και splitter-based)

Όταν παίρνουμε ADSL στο σπίτι μας ο τηλεπικοινωνιακός παροχέας τοποθετεί μία συσκευή στον πελάτη (Network Interface Device - NID) η οποία διαχωρίζει τις συχνότητες της φωνής, που κυμαίνονται μεταξύ 0 - 4kHz, από τις υψηλότερες συχνότητες των DSL σημάτων (25kHz - 1,1MHz). Ο διαχωριστής των σημάτων διαφορετικών συχνοτήτων, ένα χαμηλοπερατό φίλτρο, είναι μια παθητική συσκευή, δηλαδή δεν χρειάζεται επιπλέον παροχή ρεύματος και μπορεί να συνεχίζει να λειτουργεί αν υπάρξει τοπική διακοπή παροχής ρεύματος.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες DSL, η splitter-based και η splitterless. Και στις δύο περιπτώσεις στο σπίτι μας φθάνει ένα δισύρματο καλώδιο. Ωστόσο, για την

splitter-based τεχνολογία απαιτείται η εγκατάσταση ενός διαχωριστή σήματος από την τηλεφωνική εταιρία στο χώρο του συνδρομητή (είτε μέσα στο σπίτι είτε έξω από αυτό) ώστε να διαχωριστεί το σήμα της φωνής από το σήμα που μεταφέρει τα δεδομένα. Για τη splitterless τεχνολογία, δεν έχουμε διαχωρισμό των δύο σημάτων. Η τεχνολογία splitterless είναι γνωστή και ως "Universal DSL" ή "G.Lite" ή "DSL Lite".

- Με το splitterless DSL, το DSL modem συνδέεται απευθείας με την τηλεφωνική γραμμή, όπως και οι τηλεφωνικές συσκευές. Το modem περιέχει ειδικά chips που διαχωρίζουν τα σήματα, αλλά λειτουργούν σε χαμηλότερη ισχύ ώστε να μη δημιουργούν παρεμβολές στα σήματα της φωνής. Έτσι, η μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι μικρότερη σε σχέση με το splitter-based DSL. Επιπλέον, οι τηλεφωνικές συσκευές απαιτούν την ύπαρξη ενός φίλτρου που θα παρεμποδίζει τα σήματα DSL (δεδομένων), τα οποία μπορεί να ακουστούν ως θόρυβος στη γραμμή και να παρεμβάλλουν την κανονική λειτουργία του τηλεφώνου.
- Από την άλλη, με το splitter-based DSL, το σήμα DSL (δεδομένων) διαχωρίζεται από τη γραμμή του τηλεφώνου και με διαφορετικό καλώδιο οδεύει προς το modem. Αυτό απαιτεί, όπως καταλαβαίνουμε, επιπλέον καλωδίωση που στοιχίζει, όπως στοιχίζει επίσης και ο διαχωριστής σήματος. Το καλώδιο του modem συνδέεται μέσω διεπιφάνειας (NIC-Network Interface Card) η οποία συνήθως είναι μία κάρτα ethernet ή ένα hub το οποίο θα συνδέεται σε τοπικό δίκτυο.

1.4 Πλεονεκτήματα του ADSL

Το ADSL μετατρέπει τις υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές σε μονοπάτια διέλευσης δεδομένων υψηλής ταχύτητας. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το ADSL είναι τα ακόλουθα:

- Επιτρέπει ταυτόχρονη χρήση της τηλεφωνικής συσκευής και του modem για σύνδεση στο Διαδίκτυο, με υψηλές ταχύτητες για τη λήψη δεδομένων.
- Η σύνδεση με τον παροχέα διαδικτύου (ISP) είναι μόνιμως διαθέσιμη, 24 ώρες το 24ωρο. Συνεπώς δε χρειάζεται να περιμένουμε διαθέσιμο modem ή ελεύθερη γραμμή πρόσβασης προκειμένου να συνδεθούμε στο Διαδίκτυο, όπως γίνεται μέχρι σήμερα.

- Ο τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός που πρέπει να αγοράσουμε είναι προσιτός. Βέβαια, μέχρι στιγμής ο ΟΤΕ προσφέρει μόνο σε πιλοτικό στάδιο την υπηρεσία ADSL για Fast Internet.
- Το ADSL, λόγω των υψηλών ταχυτήτων που προσφέρει, μπορεί να υποστηρίξει υπηρεσίες πολυμέσων, όπως video-on-demand, home shopping, απομακρυσμένη πρόσβαση σε τοπικό δίκτυο. Οι παραπάνω εφαρμογές δεν έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε μεταφορά δεδομένων προς το Διαδίκτυο (upstream). Για παράδειγμα MPEG ταινίες απαιτούν 1,5 με 3 Mbps για λήψη δεδομένων (downstream), ενώ χρειάζονται μόνο 16 με 64 kbps για μετάδοση δεδομένων (upstream). Τα πρωτόκολλα που ελέγχουν την πρόσβαση στο Διαδίκτυο ή ένα τοπικό δίκτυο απαιτούν συνήθως υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων (upstream), αλλά τις περισσότερες φορές ένας λόγος εύρους ζώνης λήψης προς μετάδοση δεδομένων 10 προς 1 είναι ικανοποιητικός.
- Άλλες εφαρμογές που μπορεί να υποστηρίξει το ADSL είναι η τηλεδιάσκεψη, η τηλεργασία και η τηλεϊατρική.

2. DirecPC

2.1 Γενικά

Η ταχύτητα των συνδέσεων σε ολόκληρο τον κόσμο βελτιώνεται συνεχώς, κυρίως με την πρόοδο της τεχνολογίας στις οπτικές ίνες. Όμως, αντίστοιχα αυξάνονται ραγδαία και τα ψηφιακά δεδομένα που διακινούνται καθημερινά, με αποτέλεσμα να φορτώνεται και πάλι το δίκτυο. Το DirecPC θεωρείται υποπροϊόν του DirecTV και απευθύνεται κυρίως σε όσους έχουν μεγάλες απαιτήσεις αλλά έχουν και αρκετά χρήματα να διαθέσουν, αφού η χρήση δορυφόρου για το «σερφάρισμα» στο Ίντερνετ σίγουρα δεν είναι για το μέσο χρήστη. Το DirecPC προσφέρει την προς τα κάτω μερίδα επικοινωνίας μιας υπηρεσίας Διαδικτύου χρησιμοποιώντας έναν γεωσύγχρονο δορυφόρο.

Πρόκειται για ένα αρκετά πολύπλοκο δίκτυο στο οποίο εμπλέκονται πολλοί φορείς, αλλά στην απέναντι όχθη του Ατλαντικού δουλεύει αρκετά καλά σε επίπεδο οικιακού χρήστη (DirecPC). Στην Ευρώπη τα πράγματα είναι κάπως πίσω, αφού οι προσφερόμενες λύσεις απευθύνονται σε εταιρείες. Κάποιες από τις υπηρεσίες αναμένεται να δραστηριοποιηθούν και σε οικιακό επίπεδο, ενώ είναι άγνωστο εάν θα εκμεταλλευτούν την επικείμενη απελευθέρωση και θα προσφέρουν παράλληλα και φωνητικές υπηρεσίες.⁵

2.2 Η τεχνολογία DirecPC

Οι απαιτήσεις του συστήματος σε hardware για να καταφέρει κανείς να δικτυωθεί μέσω δορυφόρου με το σύστημα DirecPC της Hughes Electronics Corp είναι σχετικά χαμηλού κόστους. Με περίπου 400 δολάρια (τιμές ΗΠΑ) αποκτά κανείς ένα δορυφορικό «πιάτο», μια κάρτα επικοινωνίας που εγκαθίσταται μέσα στο PC και το απαραίτητο λογισμικό. Η εγκατάσταση του συστήματος είναι πιο δύσκολη από αυτήν ενός απλού τηλεφωνικού μόντεμ, στη περίπτωση που υπάρχει ήδη εγκατεστημένη μια δορυφορική κεραία για να δορυφορικά κανάλια στην τηλεόραση, η διαδικασία είναι πιο απλή.⁶

Η σύνδεση ενός υπολογιστή με το δίκτυο μέσω δορυφόρου γίνεται μέσα από το modem του χρήστη, ο οποίος ζητάει από τον ISP του να συνδεθεί με έναν δικτυακό τόπο, η κλήση μεταβιβάζεται σε έναν ειδικά προετοιμασμένο web server, ο οποίος μεταδίδει τα δεδομένα σε δορυφόρο και αυτός με τη σειρά του στη δορυφορική κεραία του χρήστη, σε αρκετά υψηλές ταχύτητες

Αν και η λανθάνουσα κατάσταση σε έναν γεωσύγχρονο δορυφόρο είναι μεγάλη, η προς τα πάνω κυκλοφορία πρέπει να περάσει από τη συμβατική τηλεφωνική σύνδεση με μια πολύ χαμηλότερη ταχύτητα. Επομένως, η αποστολή των δεδομένων από τον υπολογιστή προς το παρόν εξακολουθεί να γίνεται μέσω μιας κλασικής σύνδεσης dialup με κάποιον φορέα υπηρεσιών Internet. Αυτό είναι απαραίτητο, αφού το δορυφορικό σύστημα είναι μονής κατεύθυνσης, μπορεί δηλαδή μόνο να «κατεβάζει» δεδομένα από το δίκτυο προς τον υπολογιστή. Έτσι, πρέπει με κάποιον τρόπο να μεταφέρονται οι εντολές ή οι επιλογές που δίνουμε εμείς προς το δίκτυο, και αυτό γίνεται μέσω της συμβατικής σύνδεσης.

Ένα παράδειγμα: για να συνδεθούμε με κάποια σελίδα οπουδήποτε στον κόσμο και να «κατεβάσουμε» ένα αρχείο με το σύστημα DirecPC, πρέπει να συνδεθούμε αρχικά με το Ίντερνετ μέσω τηλεφώνου και να φροντίσουμε να έχουμε σε λειτουργία το δορυφορικό σύστημα σε κατάσταση αναμονής. Όταν αρχίσει η δορυφορική σύνδεση, γράφουμε τη διεύθυνση στην οποία θέλουμε να συνδεθούμε και η πληροφορία μεταφέρεται μέσω τηλεφωνικής γραμμής και έπειτα μέσω του Ίντερνετ στον κεντρικό κόμβο ελέγχου του δορυφορικού συστήματος. Ο κεντρικός υπολογιστής συνδέεται με τη σελίδα που ζητήσαμε, αντί όμως να μας στείλει τις πληροφορίες μέσω τηλεφωνικής γραμμής, τις «ανεβάζει» στο δορυφόρο από όπου και «κατεβαίνουν» στον υπολογιστή μας μέσω του δορυφορικού πιάτου. Οποιαδήποτε επιλογή μας στη συνέχεια, πρέπει να κάνει τον ίδιο κύκλο: πάντα δίνουμε πληροφορίες μέσω τηλεφώνου και παίρνουμε την απάντηση μέσω δορυφόρου.

Είναι λοιπόν φανερό ότι το σύστημα αυτό βρίσκει κυρίως εφαρμογή όταν έχουμε συχνά την ανάγκη να λαμβάνουμε μεγάλα αρχεία, αφού από τη στιγμή που θα φτάσει η εντολή μας μέσω τηλεφωνικού καλωδίου, τα πράγματα επιταχύνονται σημαντικά. Η ταχύτητα μεταφοράς μέσω DirecPC φτάνει μέχρι τα 400 kilobits/sec, δηλαδή περίπου δεκατέσσερις φορές καλύτερα από ένα μόντεμ 28.800 και περίπου τέσσερις φορές ταχύτερα από τις ειδικές γραμμές μεταφοράς δεδομένων ISDN. Αυτές

οι ταχύτητες όμως, πέρα από το γεγονός ότι επιτυγχάνονται μόνο υπό τις ιδανικές συνθήκες, επιπλέον είναι και μίας κατεύθυνσης.

Είναι πάντως σαφές ότι το κόστος της σύνδεσης (κυρίως έξοδα χρήσης δορυφόρου) είναι δυσβάστακτο για τα δεδομένα ενός ερασιτέχνη χρήστη και κυρίως απευθύνεται σε μεγάλες εταιρίες ή οργανισμούς που δεν έχουν οικονομικούς περιορισμούς στον προϋπολογισμό τους. Και πάλι, πάντως, έστω κι αν είναι μια ενδιαφέρουσα τεχνολογική «άσκηση», δεν είναι απόλυτα βέβαιο ότι η σύνδεση μέσω δορυφόρου επιταχύνει τα πράγματα σε τέτοιο βαθμό ώστε να δικαιολογείται η σημερινή χρέωση των 130 δολαρίων ημερησίως.

3. Internet over Satellite

3.1 Γενικά

Στην ολοένα και μεγαλύτερη ανάγκη που υπάρχει πλέον για γρήγορη και μεγάλη πληροφόρηση, τόσο στον επαγγελματικό όσο και στον οικιακό χώρο, οι δορυφόροι, έρχονται να δώσουν λύσεις. Οι μεγάλες εταιρίες, χρησιμοποιούν τεχνολογίες, όπως για παράδειγμα η τηλεδιάσκεψη ή η τηλε-εργασία, οι οποίες βασίζονται σε διασυνδέσεις υψηλής ταχύτητας και αξιοπιστίας. Έτσι, η βελτίωση των δικτυακών δυνατοτήτων και η ταυτόχρονη μείωση του κόστους, αποτελούν τις κατευθυντήριες δυνάμεις για την επιλογή δορυφορικών συστημάτων στις διαδικτυακές διασυνδέσεις, καθώς η τεράστια ανάπτυξη του Διαδικτύου έχει δημιουργήσει πολύ μεγάλες ανάγκες για bandwidth. Το δορυφορικό Internet, παρέχει πρόσβαση με ταχύτητες που θεωρητικά μπορούν να φθάσουν ακόμα και τα 8,8 GB το δευτερόλεπτο. Ειδικά μετά τη λειτουργία του ελληνικού δορυφόρου Hellas Sat, τα πράγματα για το «ελληνικό» δορυφορικό Internet αναμένεται να αλλάξουν δραματικά. Μπορεί να υποστηρίξει ένα πλήθος εφαρμογών όπως είναι η Τηλεκπαίδευση, Τηλεϊατρική, VoIP, Web-browsing, Video Broadcasting /Multicasting over IP, Αυτόματες Ταμειακές Μηχανές (ATM), διασύνδεση λογισμικού ERP, εγκατάσταση WiFi Hot Spots κ.τ.λ σε όλη την Ελλάδα ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών ή περιοχής.

Ειδικά για επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε απομακρυσμένες περιοχές, νησιωτικά συμπλέγματα, Βαλκανικές και Ευρωπαϊκές χώρες, αποτελεί ιδιαίτερα συμφέρουσα λύση, καθώς στις περιοχές αυτές είτε υπάρχει έλλειψη αντίστοιχων επίγειων υποδομών όπως για παράδειγμα το ADSL που αποτελεί τον κύριο τρόπο ευρυζωνικής σύνδεσης είτε δεν υπάρχει διεθνής διασύνδεση που να δίνει ικανοποιητική ταχύτητα σε προσιτές τιμές.⁷



Εικόνα 3 : Δορυφόρος

3.2 Πως λειτουργεί το δορυφορικό Internet

Μονόδρομη σύνδεση. Ο πρώτος τρόπος είναι η μονόδρομη (unicast) δορυφορική σύνδεση που επιτρέπει μόνο downloading. Πρόκειται δηλαδή για έναν συνδυασμό επίγειας και δορυφορικής σύνδεσης. Αρκεί ένας υπολογιστής, μια επίγεια σύνδεση στο internet και μία κάρτα για λήψη σήματος DVB (Digital Video Broadcast), με το κατάλληλο λογισμικό για να λάβει τα δεδομένα και να τα δώσει ως IP πακέτα στο λειτουργικό σύστημα. Υπάρχουν βέβαια και ειδικευμένα δορυφορικά modems αλλά το κόστος τους είναι πολύ μεγαλύτερο από μια κάρτα DVB.

Η σύνδεση στο internet επιτυγχάνεται μέσω κάποιου proxy ή socks server. Ο χρήστης ζητάει μέσω της επίγειας σύνδεσης του κάποια δεδομένα και ο server τις δορυφορικής υπηρεσίας τοποθετεί αυτά τα πακέτα στο data stream που εκπέμπεται από τον δορυφόρο.

Η εταιρία που παρέχει την υπηρεσία, νοικιάζει συνήθως ένα κύκλωμα σε ένα δορυφόρο. Στον δορυφόρο εκπέμπεται ένα μεγάλο stream, μέσα στο οποίο υπάρχουν τα δεδομένα όλων των χρηστών. Ο δορυφόρος επανεκπέμπει αυτό το stream προς την γη και αυτό λαμβάνεται από όλους τους χρήστες. Από εκεί και πέρα είναι στην αρμοδιότητα του υπολογιστή του χρήστη, να φιλτράρει τα δεδομένα που απευθύνονται σε αυτόν και να τα χειρισθεί κατάλληλα. Το stream αυτό είναι ένα stream DVB MPEG-2 με διαμόρφωση QPSK, ακριβώς σαν και αυτό που χρησιμοποιείτε στην ψηφιακή δορυφορική τηλεόραση, αλλά με κάποιες ειδικές επικεφαλίδες που δηλώνουν ότι γίνεται μόνο εκπομπή δεδομένων. Το λογισμικό της κάρτας DVB παίρνει το data stream μέσα από το DVB stream που λαμβάνει και το

φιλτράρει. Στο φιλτράρισμα του data stream υπάρχουν δύο τεχνικές. Φιλτράρισμα βασισμένο στην MAC address και φιλτράρισμα βασισμένο σε IP address.

Στην πρώτη περίπτωση ο server στέλνει μέσω του δορυφορικού data stream τα δεδομένα απευθυνόμενα σε κάποια MAC address. Ο υπολογιστής του χρήστη φιλτράρει από το data stream τα δεδομένα που αφορούν την δική του MAC address και βάζει στην TCP/IP stack του λειτουργικού τα δεδομένα, σε πακέτα που προορίζονται στην IP του προσαρμογέα δικτύου που έχει αυτήν την MAC address.

Στην δεύτερη περίπτωση, ο server ελέγχει από ποια IP διεύθυνση του ήρθε η αίτηση για δεδομένα και απλά στέλνει τα πακέτα απάντησης μέσω του δορυφόρου στον χρήστη. Το φιλτράρισμα με βάση την IP υστερεί σε σχέση με την άλλη τεχνική, γιατί δεν μπορεί να λειτουργήσει όταν η επίγεια σύνδεση του χρήστη δέχεται σε κάποιο σημείο κατά την διαδρομή της NAT (Network Address Translation). Αυτό συμβαίνει, γιατί ο server «βλέπει» ότι τα IP πακέτα του έρχονται από την IP του gateway που κάνει NAT και όχι από την IP του χρήστη.

Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται στο μονόδρομο δορυφορικό internet είναι τις τάξεως του ενός με δύο Mbps. Συνήθως η ονομαστική ταχύτητα είναι 2Mbps αλλά αυτό δεν επιτυγχάνεται πάντα, λόγω φόρτου στο επίγειο δίκτυο που διασυνδέει την εταιρία παροχής με το υπόλοιπο internet. Οι κάρτες DVB ωστόσο στα τεχνικά τους χαρακτηριστικά, αναφέρουν ως μέγιστο ρυθμό διαμεταγωγής δεδομένων τα 192Mbps.

Αμφίδρομη σύνδεση. Ο δεύτερος τρόπος δορυφορικής σύνδεσης που ανεξαρτητοποιεί εντελώς τον χρήστη από τα επίγεια καλώδια και τον ΟΤΕ είναι η αμφίδρομη δορυφορική (two way satellite internet). Αυτός ο τρόπος διασύνδεσης λύνει κυριολεκτικά τα χέρια σε εταιρείες (και σε όσους ιδιώτες «αντέχουν» το κόστος), που θέλουν την ανεξαρτησία τους σε ότι αφορά τις επίγειες τηλεφωνικές γραμμές ή γραμμές data. Είναι δε ιδανικός για εταιρείες που διαθέτουν παραγωγικές μονάδες σε δύσβατα μέρη, όπως π.χ. ιχθυοκαλλιέργειες, κτηνοτροφικές μονάδες αλλά και για εταιρείες με μεγάλη γεωγραφική διασπορά που έχουν ανάγκη από ένα αξιόπιστο intranet δίκτυο.

Εδώ ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι διαφορετικός. Απαιτείται ένας υπολογιστής και κάποιο modem εξοπλισμένο με πομπό και δέκτη. Εδώ δεν απαιτείται κάποιος proxy server, λόγω του ότι η σύνδεση σε επίπεδο δικτύου, δεν διαφέρει σε τίποτα από μια οποιαδήποτε σύνδεση βασισμένη σε PPP, Ethernet κλπ. Ο χρήστης στέλνει τα δεδομένα ενθυλακωμένα σε DVB MPEG-2 stream με

διαμόρφωση QPSK. Η εκπομπή γίνεται συνήθως κοντά στους 14,5GHz και η λήψη κοντά στους 11,5GHz, όπως και στο μονόδρομο internet δηλαδή, μόνο που στη μονόδρομη εκπομπή κάνει μόνο ένας κεντρικός server. Η ισχύς της εκπομπής είναι συνήθως περί το 1 Watt. Κάποιος άλλος χρήστης λοιπόν μπορεί να λάβει αυτά τα δεδομένα και χρησιμοποιώντας τις ίδιες τεχνικές με παραπάνω να τα επεξεργαστεί. Η μέγιστη ταχύτητα που προσφέρεται σε αυτές τις υπηρεσίες εξαρτάται από τον την εταιρία που παρέχει το internet. Τεχνικά μπορεί να είναι της τάξεως των εκατοντάδων Mbit. Παρόλα αυτά, για οικονομικούς κυρίως λόγους, αλλά και εξαιτίας του προβλήματος διασύνδεσης, της εταιρίας που παρέχει την υπηρεσία, με το internet, οι συνδέσεις αυτές είναι συνήθως πολύ μικρές για τα δορυφορικά δεδομένα. Το ρυθμός διαμεταγωγής του uplink είναι από 128Kbps έως και 1Mbps και για το downlink από 512Kbps έως 2Mbps.

Η τεχνολογία αυτή είναι πολύ καλή για δημιουργία intranets. Μάλιστα στην περίπτωση αυτή τα δεδομένα θα εκπέμπονται από τον αποστολέα προς τον δορυφόρο και θα γίνεται η λήψη τους κατευθείαν από τον παραλήπτη. Μια τέτοια σύνδεση δεν θα επηρεάζεται καθόλου από ώρες αιχμής και από το πρόβλημα της σύνδεσης του συστήματος προς το internet.⁸

Η αμφίδρομη σύνδεση που παρέχεται από την υπηρεσία Hellas SAT net ανεξαρτητοποιεί εντελώς τον χρήστη. Ο χρήστης επικοινωνεί αμφίδρομα μέσω ενός κεντρικού HUB με άλλους χρήστες και μπορεί να κατεβάζει δεδομένα web-browsing να έχει όλες τις υπηρεσίες Διαδικτύου (Internet, Web Browsing, e-mail, video on demand, VoIP, Teleconferencing, Telemedicine, Telecommuting, Virtual Private Network, IP cameras κ.λ.π.). Αυτός ο τρόπος σύνδεσης λύνει τα χέρια σε εταιρείες και σε ιδιώτες σε ότι αφορά τις επίγειες τηλεφωνικές γραμμές ή γραμμές δεδομένων data. Σε πρώτη φάση παρέχονται στο κοινό από τον Hellas SAT οι εξής υπηρεσίες:

- 512 kbps/256 kbps
- 1 Mbps /256 kbps
- 1 Mbps /512 kbps
- 2 Mbps /512 kbps.

3.3 Υπηρεσίες που παρέχονται

Οι βασικότερες υπηρεσίες που υλοποιούν οι εταιρείες παροχής δορυφορικού internet είναι οι εξής: ⁹

- Push services: Αυτή η υπηρεσία αφορά κυρίως στο μονόδρομο internet. Ο χρήστης όταν είναι συνδεδεμένος με την επίγεια σύνδεση του, επιλέγει κάποια μεγάλα αρχεία που θέλει και στην συνέχεια κλείνει την επίγεια σύνδεσή του. Το αρχείο κατεβαίνει στον υπολογιστή του μέσω ειδικών πρωτοκόλλων μέσω μίας μονόδρομης σύνδεσης. Μια ακόμα δυνατότητα που μπορεί να υλοποιηθεί είναι η ειδοποίηση για e-mail, ακόμα και όταν ο χρήστης δεν είναι συνδεδεμένος με την επίγεια σύνδεσή του στο internet
- Video on demand: Συνήθως για αυτήν την υπηρεσία, υπάρχει κάποια σελίδα στο web, μέσω της οποίας ο χρήστης επιλέγει να δει κάποιο video. Το video στέλνεται ως δεδομένα μέσω δορυφόρου στον χρήστη και γίνεται αναπαραγωγή του video στον υπολογιστή του χρήστη.
- Web surfing: Το web surfing είναι ο κλασικός τρόπος χρήσης του internet. Στο δορυφορικό internet το web surfing παρουσιάζει μια μικρή καθυστέρηση στην αρχή, όπου στέλνονται μερικά πακέτα για να αρχίσουν να έρχονται τα δεδομένα της σελίδας. Μετά όμως η σελίδα μεταφέρεται με πολύ μεγάλες ταχύτητες στον υπολογιστή του χρήστη.

3.4 Πόσο συμφέρει το δορυφορικό Internet;

Το δορυφορικό Internet δεν απευθύνεται σε απλούς χρήστες. Αφορά κυρίως επαγγελματίες, επιχειρήσεις ή χρήστες οι οποίοι χρησιμοποιούν το διαδίκτυο ως μέσο λήψης μεγάλου όγκου δεδομένων μέσω web ή email.

Το δορυφορικό Internet σήμερα αποτελεί τη μία από τις δύο επιλογές για σύνδεση μεγάλου bandwidth στη χώρα μας (η άλλη είναι το ADSL). Ειδικά για τους χρήστες ή τις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην περιφέρεια ενδέχεται να αποτελέσει ιδιαίτερα συμφέρουσα λύση, καθώς δεν υπάρχει ο περιορισμός της μικρής απόστασης από τον provider, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των τεχνολογιών xDSL. Βέβαια, αξίζει να υπενθυμίσουμε για μια ακόμη φορά ότι η δορυφορική

διασύνδεση προϋποθέτει και την «καλωδιακή» υποστήριξη: απαιτείται κάποια «συμβατική» σύνδεση για το uploading των δεδομένων. Ας δούμε όμως συνοπτικά τα προτερήματα και τα «ελαττώματα» των δορυφορικών Internet συνδέσεων:

Τα προτερήματα

Λόγω του μεγάλου εύρους κάλυψης που έχουν οι δορυφόροι, επιτρέπουν την σύνδεση απομακρυσμένων σημείων, με μεγάλες ταχύτητες, ακόμα και όταν δεν υπάρχει επίγεια ενσύρματη υποδομή. Η δημιουργία επίγεια υποδομής θα κόστιζε αρκετά. Για παράδειγμα, για την σύνδεση πολλών μη-αστικών περιοχών με ένα κέντρο, είναι απαραίτητο να εγκατασταθούν επίγεια τηλεπικοινωνιακά κανάλια που θα φτάνουν σε κάθε μια από αυτές τις περιοχές. Ενώ η μίσθωση ενός κυκλώματος σε δορυφόρο, θα ήταν περισσότερο οικονομική και θα κάλυπτε όλες αυτές τις περιοχές ταυτόχρονα.

Ένας άλλος λόγος, που καθιστά τους δορυφόρους ιδανική λύση, είναι ότι λόγω της φύσης των δορυφορικών συστημάτων, είναι πολύ πιο εύκολο να στείλει κάποιος το ίδιο μήνυμα σε πολλούς χρήστες. Αυτό είναι απαραίτητο για multicast υπηρεσίες και μάλιστα σε αυτόν τον τομέα οι δορυφόροι είναι πολύ πιο αποτελεσματικοί σε σχέση με τα επίγεια συστήματα μετάδοσης.

Τέτοιες υπηρεσίες είναι και οι πολυμεσικές υπηρεσίες. Όπως για παράδειγμα το video-on-demand, το VoIP, video conference, push services και άλλα. Σε αυτού του είδους τις υπηρεσίες, ο όγκος των δεδομένων είναι τόσο μεγάλος, που οι σημερινές επίγειες υποδομές πολύ σπάνια μπορούν να προσφέρουν στον μέσο χρήστη.

Τα μειονεκτήματα

Κύριο πρόβλημα είναι η χρονική καθυστέρηση που παρατηρείται από την εκπομπή ως την λήψη, λόγω των μεγάλων αποστάσεων. Αυτό το πρόβλημα λειτουργεί ως ανασταλτικός παράγοντας σε αμφίδρομες εφαρμογές, όπως το VoIP και το video conference.

Η αστάθεια της ποιότητας των συνδέσεων, είναι ένα άλλο σοβαρό μειονέκτημα. Ειδικά όταν αυτές οι συνδέσεις χρησιμοποιούνται ως συνδέσεις κορμού ή για την διασύνδεση εταιρικών χρηστών, όπου η διαθεσιμότητα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο.

Η δορυφορική επικοινωνία επίσης είναι ευάλωτη από πλευράς ασφάλειας δεδομένων. Είναι σχετικά εύκολο για κάποιον να υποκλέψει τα δεδομένα που διακινούνται, καθώς εκπέμπονται ελεύθερα στον αέρα. Έτσι γίνεται απαραίτητη η κρυπτογράφηση και η χρήση άλλων τεχνικών ασφάλειας.

Άλλο μειονέκτημα είναι το κόστος εκτόξευσης και συντήρησης των τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων, το οποίο συνεπάγεται και αυξημένο κόστος ενοικίασης κυκλωμάτων στους δορυφόρους. Το κόστος της σύνδεσης διαφέρει από πάροχο σε πάροχο. Επίσης υπάρχει χρέωση ανά Gigabyte που «κατεβαίνει» μέσω δορυφόρου.¹⁰

4. WLL – Wireless Local Loop

4.1 Γενικά

Από την εμφάνιση του τηλεφωνικού συστήματος, το καλώδιο χαλκού έχει παράσχει παραδοσιακά τη σύνδεση στον τοπικό βρόχο μεταξύ του τηλεφωνικού συνδρομητή και της τοπικής ανταλλαγής. Αλλά το απόγειο του χαλκού στον τοπικό βρόχο τερματίζεται. Οι οικονομικές προστακτικές και οι νέες τεχνολογίες ανοίγουν την πόρτα για τις λύσεις WLL. Μερικές φορές αποκαλούμενο RITL ή FRA, το WLL χρησιμοποιεί την ασύρματη τεχνολογία που συνδέεται με τις διεπαφές γραμμών και άλλα στοιχεία κυκλώματος

Ο ασύρματος τοπικός βρόχος (Wireless Local Loop - WLL) είναι μια νέα μέθοδος προσπέλασης επικοινωνιών που χρησιμοποιεί τα ραδιοκύματα για τη μετάδοση πληροφοριών μεταξύ των πελατών και φορέων παροχής υπηρεσιών, αντί των παραδοσιακών μεθόδων για το σύνολο ή μέρος της σύνδεσης μεταξύ του συνδρομητή και του παροχέα. Αυτό περιλαμβάνει τα ασύρματα συστήματα πρόσβασης, την ιδιόκτητη σταθερή ράδιο πρόσβαση, και τα σταθερά κυβελοειδή συστήματα.¹¹ Το WLL δίνει τη δυνατότητα σε πελάτες που δεν συνδέονται με δίκτυο ινών να λαμβάνουν ένα πλήθος φωνής, δεδομένων και υπηρεσιών του Διαδικτύου.¹² Τα δίκτυα ασύρματης πρόσβασης ευρείας ζώνης εξασφαλίζουν πολύ υψηλότερους ρυθμούς (αρκετά Mbit/s) και επειδή είναι ψηφιακά μπορούν να μεταφέρουν ένα ευρύ φάσμα ηλεκτρονικών σημάτων, όπως φωνή, δεδομένα υψηλής ταχύτητας, τηλεόραση και πολυμέσα.¹³

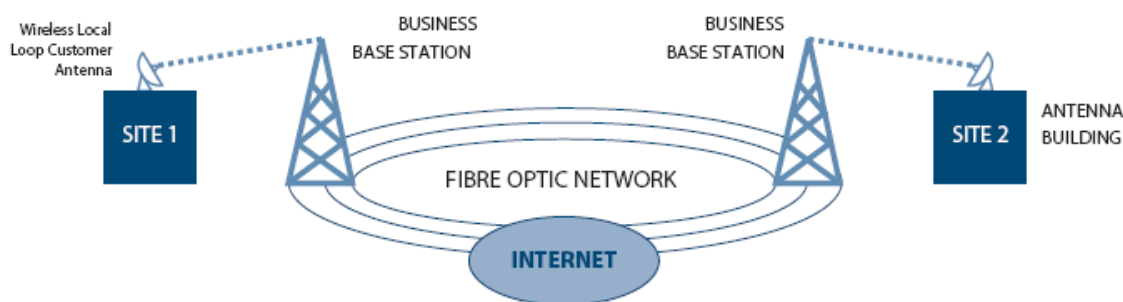
Σύμφωνα με αναλυτές της βιομηχανίας η παγκόσμια αγορά WLL έφτασε σε εκατομμύρια συνδρομητών έως το έτος 2000. Το 2005 οι συνδρομητές ανήλθαν σε 202 εκατομμύρια παγκοσμίως. Ένα μεγάλο μέρος αυτής της αύξησης εμφανίστηκε στις αναπτυσσόμενες οικονομίες όπου ο μισός πληθυσμός στερούνται τη παλαιά τηλεφωνική υπηρεσία (POTS – Plain old Telephone Service). Τα αναπτυσσόμενα έθνη όπως η Κίνα, η Ινδία, η Βραζιλία, η Ρωσία, και η Ινδονησία κοιτάζουν την τεχνολογία WLL ως ένα αποδοτικό τρόπο για να επεκτείνουν τα POTS στα εκατομμύρια των συνδρομητών, χωρίς τη δαπάνη θαψίματος τόνων καλωδίου χαλκού.

Στην Ελλάδα το WLL δεν εφαρμόστηκε σε ευρεία κλίμακα, με οδυνηρές συνέπειες για τις εταιρείες που είχαν επενδύσει χρήματα για την εξασφάλιση των σχετικών αδειών. Σήμερα υπάρχουν περίπου 400 ευρυζωνικές συνδέσεις τεχνολογίας WLL (Wireless Local Loop) οι οποίες ελέγχονται από τον ΟΤΕ.¹⁴

4.2 Διαδικασία εγκατάστασης

Προκειμένου να εγκατασταθεί το WLL στο σπίτι απαιτείται η εγκατάσταση, από το παροχέα της υπηρεσίας, μιας μικρής κεραίας στο κτίριο του πελάτη το μέγεθος και η μορφή της οποίας δεν απαιτεί ιδιαίτερη άδεια. Απαιτείται απευθείας επικοινωνία μεταξύ της κεραίας του χρήστη και της κοντινότερης κεραίας βάσεως του παροχέα (Εικόνα 4).

Wireless Local Loop Connectivity



Εικόνα 4: Εγκατάσταση του WLL

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μηχανισμοί ασφάλειας που ενσωματώνονται στην τεχνολογία αυτή επεκτείνονται ώστε να αποτρέπουν υποκλοπές και παρεμβάσεις. Η πρόσθετη ασφάλεια δικτύων παρέχεται από ένα δίκτυο δεδομένων πυρήνα η οποία εξασφαλίζει μέγιστη προστασία στα δεδομένα των χρηστών του WLL.

4.3 Πλεονεκτήματα του WLL

Τα πλεονεκτήματα που μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία αυτή εξαρτώνται από το είδος της αγοράς στην οποία διεισδύουν. Έτσι έχουμε διαφορετικούς ρυθμούς εισαγωγής στις αναπτυγμένες και στις αναπτυσσόμενες αγορές

Για αναπτυσσόμενες αγορές:

- εξυπηρέτηση νέων συνδρομητών χωρίς την ανάγκη εγκατάστασης καλωδιακής υποδομής
- σύνδεση μεγάλου αριθμού νέων συνδρομητών σε μικρότερο χρόνο και με μικρότερο κόστος

Για αναπτυγμένες αγορές

- τα WLL συστήματα προσφέρουν οικονομικές λύσεις για απομακρυσμένες ή αραιοκατοικημένες περιοχές
- αξιοποιούνται από επιχειρηματίες που επιθυμούν να παρακάμψουν τοπικές εταιρείες τηλεφωνίας.¹⁵

5. Cable modem

5.1 Γενικά

Οι καλωδιακοί διαποδιαμορφωτές (cable modem) είναι συσκευές που επιτρέπουν πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο μέσω ενός δικτύου καλωδιακής τηλεόρασης. Συγκριτικά με ένα παραδοσιακό αναλογικό modem, το καλωδιακό είναι σημαντικά ισχυρότερο, ικανό να μεταφέρει δεδομένα περίπου 500 φορές γρηγορότερα.

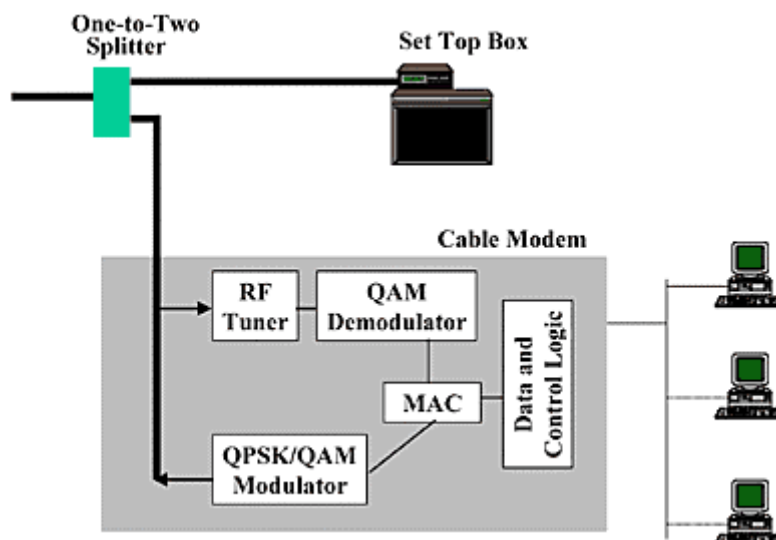
Η τεχνολογία διαποδιαμορφωτών καλωδίων προσφέρει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο και τις υπηρεσίες World Wide Web. Τα καλωδιακά δίκτυα ενσωματώνουν τα απαραίτητα στοιχεία για να παρέχουν πέρα από την τεχνολογία, μέτρα όπως η ασφάλεια, η δικτύωση στοιχείων, η πρόσβαση Διαδικτύου, και υψηλή ποιότητα υπηρεσιών. Η end-to-end δικτυακή αρχιτεκτονική επιτρέπει σε έναν χρήστη διαποδιαμορφωτή καλωδίων να συνδεθεί με ένα CMTS (cable modem termination system) και στη συνέχεια, με ένα περιφερειακό κέντρο στοιχείων για την πρόσβαση στις υπηρεσίες Διαδικτύου. Κατά συνέπεια, μέσω ενός συστήματος συνδέσεων δικτύων, ένα καλωδιακό δίκτυο είναι ικανό να συνδέσει χρήστες μεταξύ τους οπουδήποτε στο παγκόσμιο ιστό.¹⁶

Όλες οι υπηρεσίες διαποδιαμορφωτών καλωδίων μοιράζονται το ίδιο ζευγάρι καλωδίων παράλληλα. Αυτό το "ζευγάρι" είναι ένα ομοαξονικό καλώδιο ή μια οπτική ίνα. Η έξυπνη χρήση της multiplexing τεχνολογίας σημαίνει ότι πολλοί χρήστες μπορούν να μοιραστούν αυτό το ίδιο "ζευγάρι" καλωδίων για ευρυζωνική πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Τα σήματα για κάθε μεμονωμένο υπολογιστή αποκωδικοποιούνται χωριστά από το διαποδιαμορφωτή καλωδίων κάθε χρήστη.

Το μειονέκτημα είναι ότι οι πραγματικές ταχύτητες εξαρτώνται από τα επίπεδα κυκλοφορίας. Όταν πολλοί χρήστες χρησιμοποιούν ταυτόχρονα το ευρυζωνικό καλώδιό τους, οι ταχύτητες μετάδοσης μειώνονται. Ακόμη όμως και όταν η ταχύτητα των διαποδιαμορφωτών καλωδίων είναι μειωμένη, ξεπερνάει αυτή των dial-up συνδέσεων. Επιπλέον επιτρέπεται η ταυτόχρονη χρήση Διαδικτύου και τηλεφωνικής γραμμής.

Ο χρήστης μπορεί να συνεχίσει να απολαμβάνει τις υπηρεσίες καλωδιακής τηλεόρασης καθώς λαμβάνει δεδομένα από τους διαποδιαμορφωτές καλωδίων που

παραδίδονται στο προσωπικό υπολογιστή του (PC) με τη βοήθεια ενός απλού ένα-προς-δύο θραύστη (one-to-two splitter) (εικόνα 5). Η υπηρεσία δεδομένων που προσφέρεται από έναν διαποδιαμορφωτή καλωδίων μπορεί να μοιραστεί σε μέχρι δέκα έξι χρήστες σε ένα τοπικό δίκτυο (τοπικό LAN).



Εικόνα 5 : Cable modem στη περιοχή του συνδρομητή

5.2 Πλεονεκτήματα των cable modem

- **Μπορείτε να ‘κατεβάζεται’ μεγάλα αρχεία με υψηλές ταχύτητες.** Η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων (download speed) ανέρχεται σε 5Mb το λεπτό. Η ταχύτητα αυτή είναι 100 μεγαλύτερη από μια τυπική dial up σύνδεση, και 20 φορές γρηγορότερη από τα 256kbps της ADSL σύνδεσης. Αυτό σημαίνει ότι για τη μεταφορά μεγάλων πακέτων δεδομένων, απαιτείται μικρότερος χρόνος αναμονής. Επιπλέον η σύνδεση μέσω του cable modem είναι πάντοτε ενεργή χωρίς να κρατά κατειλημμένη την τηλεφωνική γραμμή.
- **Η πρόσβαση στο Διαδίκτυο δεν παρεμποδίζει άλλες υπηρεσίες στο σπίτι σας.** Μπορείτε να παρακολουθείται ταυτόχρονα τηλεόραση ενώ είστε σε ανοικτή γραμμή, καθώς επίσης απαντώντας στα τηλεφωνήματα, κάνοντας chat, ή στέλνοντας και λαμβάνοντας τα fax. Όλα λειτουργούν ακριβώς όπως πριν.

- **Η σύνδεση σας με το Διαδίκτυό είναι πάντα ενεργή.** Επειδή το modem δεν παρεμποδίζει τις τηλεφωνικές σας υπηρεσίες, δεν υπάρχει ιδιαίτερος λόγος να αποσυνδέεστε. Έτσι μπορείτε να το αφήσετε ενεργοποιημένο για να συνδέεστε αμέσως, αυτόματα μόλις ανοίξετε τον υπολογιστή σας.
- **Μπορείτε να μειώσετε τις δαπάνες κλήσεων και το πρόσθετο ενοίκιο γραμμών.** Με την ευρυζωνική σύνδεση καλωδίων, μπορείτε να ξεχάσετε τα κατελιημμένα σήματα, τις εγκαταλείψεις, τις δαπάνες κλήσης, και τις καθυστερήσεις σύνδεσης των dial-up συνδέσεων Διαδικτύου.¹¹

6. LMDS – Local Multipoint Distribution System

6.1 Παρουσίαση της τεχνολογίας LMDS

Το σύστημα LMDS (Local Multipoint Distribution System), ανήκει στις τεχνολογίες πρόσβασης και βασίζεται στην μικροκυματική ασύρματη μετάδοση ευρείας ζώνης, από ένα σημείο προς πολλαπλά (point-to-multipoint) και μπορεί να εξυπηρετήσει και τον οικιακό και τον επιχειρηματικό χρήστη. Η μετάδοση γίνεται απευθείας από μία τοπική κεραία προς οικίες και επιχειρήσεις που έχουν οπτική επαφή (line-of-sight) σε πεδίο συχνοτήτων άνω των 20 GHz (ανάλογα με τις άδειες που δίνονται σε κάθε χώρα). Η μετάδοση των δεδομένων γίνεται ασύρματα, ενώ οι σταθμοί είναι ακίνητοι σε αντίθεση με τις ασύρματες κινητές τεχνολογίες, όπου οι σταθμοί μπορούν να μετακινούνται.

Πρόκειται για μια πρόταση οικονομικής λύσης στο επονομαζόμενο πρόβλημα του «τελευταίου μιλίου» (last mile) φέρνοντας υπηρεσίες υψηλού εύρους ζώνης στον τελικό πελάτη. Το σύστημα είναι μια εναλλακτική λύση στην εγκατάσταση οπτικών ινών σε όλη τη διαδρομή μέχρι τον χρήστη ή στην προσαρμογή της καλωδιακής τηλεόρασης (cable TV) για παροχή υπηρεσιών ευρείας ζώνης. Χρησιμοποιείται για μετάδοση ψηφιακών υπηρεσιών διπλής κατεύθυνσης, δηλαδή φωνής, δεδομένων και video μέσω του Διαδικτύου

Το ακρόνυμο LMDS προέρχεται από τα εξής:

- Το L (Local - τοπικό) - δείχνει ότι τα χαρακτηριστικά μετάδοσης των σημάτων σε αυτό το φάσμα συχνότητας περιορίζονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή κάλυψης. Πρόσφατες υπαίθριες δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν σε μητροπολιτικά κέντρα τοποθετούν την εμβέλεια μιας συσκευής αποστολής σημάτων LMDS μέχρι 5 μίλια.
- Το M (Multipoint - πολυσημιακό) - σημαίνει ότι τα σήματα εκπέμπονται με τη point-to-multipoint ή τη broadcast μέθοδο. Η ασύρματη πορεία επιστροφής, από το συνδρομητή στο σταθμό βάσεων, είναι μια point-to-point μετάδοση.

- Το D (Distribution - διανομή) - αναφέρεται στη διανομή των σημάτων, η οποία μπορεί να αποτελείται από την ταυτόχρονη μετάδοση φωνής, δεδομένων, Διαδίκτυο, και video.
- Το S (Service - υπηρεσία) - υπονοεί τη φύση της σχέσης του συνδρομητή μεταξύ του παροχέα της υπηρεσίας και του πελάτη. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω ενός δικτύου LMDS εξαρτώνται εξ ολοκλήρου από την επιλογή του διαχειριστή του δικτύου.¹¹

Ανάλογα με την υλοποίηση, το LMDS προσφέρει ταχύτητες μέχρι και 1,5 Gbps προς τους χρήστες (downstream) και 200 Mbps από τους χρήστες (upstream). Ωστόσο, μια πιο τυπική τιμή μετάδοσης δεδομένων αποτελεί η τιμή των 38 Mbps προς τον χρήστη.

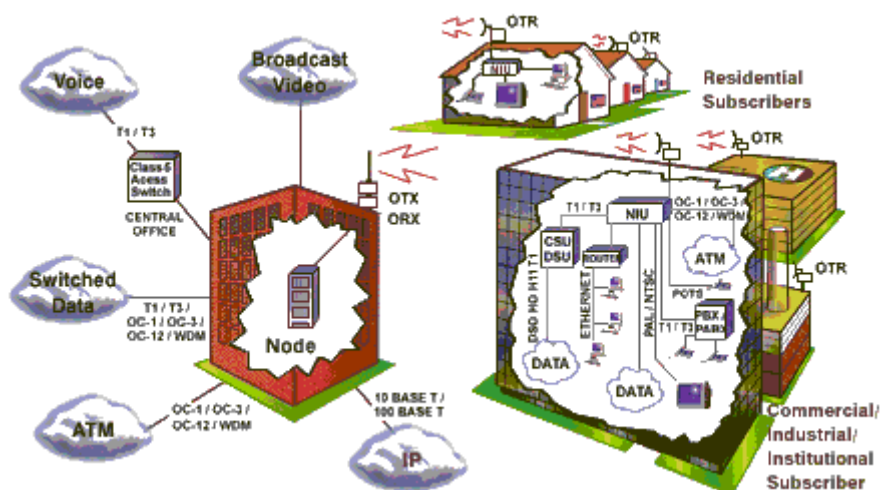
Μερικές υπηρεσίες LMDS προσφέρουν αμφίδρομη μετάδοση δεδομένων (symmetrical service) ενώ άλλες προσφέρουν μετάδοση μόνο προς τον χρήστη (asymmetrical service). Στην τελευταία αυτή περίπτωση η μετάδοση από τον χρήστη καλύπτεται με ενσύρματες συνδέσεις.

Επιπλέον των επενδύσεων που πρέπει να γίνουν από τους παροχείς υπηρεσιών τηλεπικοινωνίας για πομπούς, και οι χρήστες πρέπει να εγκαταστήσουν πομπούς που κοστίζουν από 150 έως 250 δολάρια. Όμως το κόστος για την εγκατάσταση LMDS είναι πολύ μικρότερο από αυτό που απαιτείται για την εγκατάσταση οπτικών ινών ή για την αναβάθμιση καλωδιακής τηλεόρασης.

Το βασικό μειονέκτημα για αυτή την τεχνολογία είναι το γεγονός ότι ο πομπός τους παροχέα και ο δέκτης του χρήστη πρέπει να έχουν «οπτική» επαφή για να επικοινωνούν σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 5Km. Επομένως εδώ παίζει σημαντικό ρόλο η χωροταξία των κτιρίων όπως επίσης και το ύψος τους. Το LMDS είναι αποδοτικό σε πυκνοκατοικημένες περιοχές με κτίρια περίπου του ίδιου ύψους. Οπότε είναι ιδανικό για μεγαλουπόλεις οι οποίες χωρίζονται σε «κυψέλες» με ακτίνα μεταξύ 3 και 5Km. Με αυτό τον τρόπο κάθε κυψέλη μπορεί να εξυπηρετήσει μέχρι και 80.00 συνδρομητές. Επίσης και οι καιρικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση αυτών των συστημάτων (πχ ηλεκτρομαγνητικές καταιγίδες) κάτι όμως που είναι αρκετά σπάνιο.

6.2 Δικτυακή αρχιτεκτονική

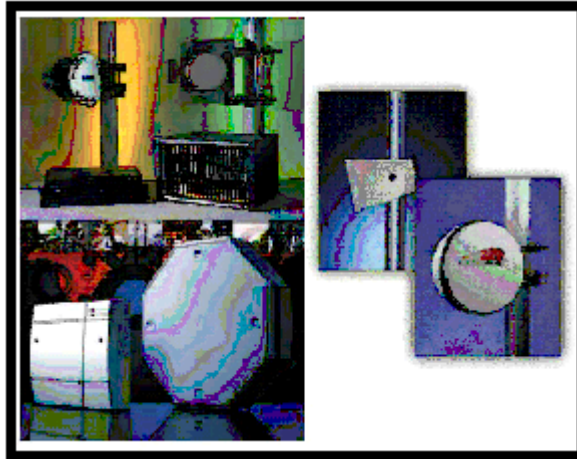
Διάφορες δικτυακές αρχιτεκτονικές είναι δυνατές μέσα στο σχέδιο συστημάτων LMDS. Η πλειοψηφία των χειριστών συστημάτων χρησιμοποιεί τα point-to-multipoint ασύρματα σχέδια πρόσβασης, παρόλο που τα point-to-point συστήματα και τα συστήματα διανομής TV μπορούν να παρασχεθούν μέσα στο σύστημα LMDS. Οι υπηρεσίες που προσφέρει το LMDS είναι ένας συνδυασμός φωνής, βίντεο και δεδομένων. Η δικτυακή αρχιτεκτονική LMDS αποτελείται από τέσσερα βασικά μέρη: Κέντρο Λειτουργίας Δικτύου (NOC – Network Operations Center), υποδομή οπτικών ινών (fiber based infrastructure), σταθμός βάσης (Base Station), και εξοπλισμό για τον πελάτη (CPE - customer premises equipment). (Εικόνα 6).¹¹



Εικόνα 6 : LMDS System

Στο κέντρο λειτουργίας δικτύου (NOC) περιέχεται ο εξοπλισμός του συστήματος διαχείρισης του δικτύου (NMS), το οποίο διαχειρίζεται μεγάλες περιοχές του δικτύου πελατών. Πολλαπλά NOCs μπορούν να διασυνδεθούν μεταξύ τους με οπτικά ή ενσύρματα μέσα.¹⁵

Στην εικόνα 7 που ακολουθεί παρουσιάζονται βασικά τμήματα του εξοπλισμού του συστήματος:



Εικόνα 7 : Τμήματα εξοπλισμού του LMDS

7. MMDS – Multichannel Multipoint Distribution Service

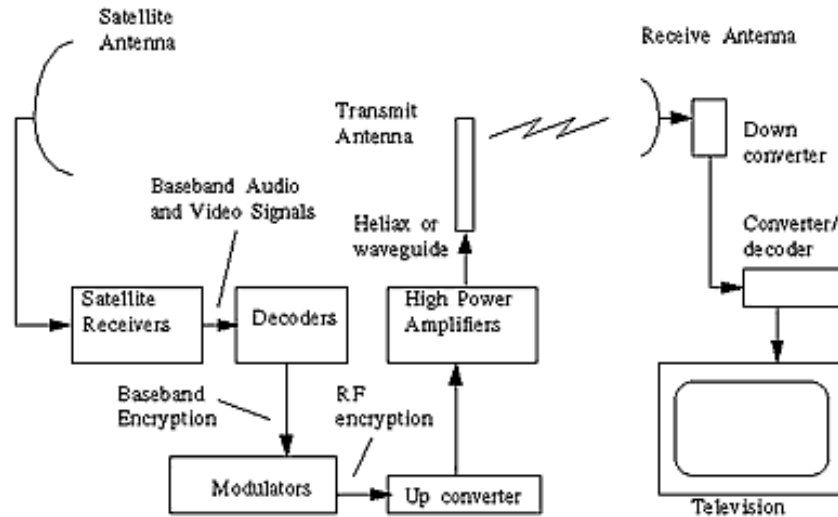
7.1 Γενικά

Η Πολυδιαυλική Πολυσημειακή Υπηρεσία Διανομής, γνωστή ως MMDS ή wireless cable, είναι μια ασύρματη τεχνολογία τηλεπικοινωνιών, που χρησιμοποιείται για τη ευρυζωνική δικτύωση γενικής χρήσης ή, συχνότερα, ως εναλλακτική μέθοδος καλωδιακής τηλεόρασης. Το MMDS χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες αλλά και σε χώρες, συμπεριλαμβανομένου του Καναδά, του Μεξικού, της Ιρλανδίας, της Βραζιλίας, Αυστραλία και Πακιστάν, χρησιμοποιείται συνήθως σε αραιοκατοικημένες αγροτικές περιοχές, όπου η τοποθέτηση των καλωδίων δεν είναι οικονομικά βιώσιμη.

Τα MMDS ενώνουν τις συχνότητες μικροκυμάτων χρήσεων εύρους από 2 έως 3 GHz. Η υποδοχή των MMDS-παραδοθέντων τηλεοπτικών σημάτων γίνεται με μια ειδική κεραία μικροκυμάτων και έναν μετασχηματιστή για την τηλεόραση που λαμβάνει τα σήματα. Το κιβώτιο δεκτών είναι παρόμοιο στην εμφάνιση με ένα αναλογικό κιβώτιο δεκτών καλωδιακών τηλεοράσεων.

7.2 Χαρακτηριστικά του συστήματος

Η τυπική συνδεσμολογία ενός συστήματος MMDS αποτελείται από την συσκευή κεφαλής (συσκευή λήψης δορυφορικών σημάτων, ραδιοπομπό, άλλη συσκευή εκπομπής ευρέως κοινού και κεραία λήψης) και από την συσκευή λήψης σε κάθε θέση του συνδρομητή (κεραία, διάταξη μετατροπής συχνότητας και διάταξη set top) όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 8.



Εικόνα 8 : MMDS

Τα σήματα για εκπομπή MMDS ευρέως κοινού στην θέση του πομπού προέρχονται από μια ποικιλία πηγών, όπως τις καλωδιακές. Τα δορυφορικά, επίγεια και καλωδιακά προγράμματα που παραδίδονται, πρόσθετα σε τοπικές υπηρεσίες ευρείας ζώνης, περιλαμβάνουν το υλικό που παραδίδεται σε άλλα MMDS. Όλες οι δορυφορικά παραδιδόμενες μορφές βασικής ζώνης επαναδιαμορφώνονται και στην συνέχεια μεταφέρονται στις μικροκυματικές συχνότητες.

Τα επίγεια παραδιδόμενα σήματα συνήθως διαβιβάζονται από ένα ετερόδυνο επεξεργαστή πριν γίνει μετατροπή στις επιθυμητές συχνότητες MMDS.

Οι σταθμοί αναμετάδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατευθύνουν ξανά τα σήματα MMDS σε άλλες περιοχές. Η περιοχή μιας εκπέμπουσας κεραίας μπορεί να φτάσει τα 35 μίλια εξαρτώμενη από την ισχύ εκπομπής ευρέως κοινού. Η ισχύς εκπομπής συνήθως είναι 1 έως 100 watt που είναι κάτω από την ισχύ εκπομπής τηλεοπτικών σημάτων στην περιοχή VHF UHF.

Το συγκεκριμένο σύστημα μετάδοσης λειτουργεί στη συχνότητα των 2.4GHz και είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να υποστηρίζει υπηρεσίες φωνής και δεδομένων. Μπορούν να εκπέμπουν ταυτόχρονα 33 κανάλια με ταχύτητες στα 10Mbps. Ο συγκεκριμένος αριθμός καναλιών μπορεί να αυξηθεί μέχρι 150, χρησιμοποιώντας κατάλληλες τεχνικές συμπίεσης. Η εμβέλεια του συγκεκριμένου δικτύου είναι της τάξης των 50km ενώ μπορεί να παρουσιάσει καλή ανοχή σε θορύβους και καιρικά φαινόμενα. Ο εξοπλισμός του απαιτεί είναι μια σχετικά απλή κεραία στην οροφή του κτιρίου και μια συσκευή αποκωδικοποίησης

του σήματος. Χρησιμοποιείται κυρίως από παροχείς καλωδιακής τηλεόρασης για τη σύνδεση των κεντρικών σταθμών με τον τελικό χρήστη ή με σημεία διανομής του σήματος.

7.3 Σύγκριση MMDS – LMDS

Στις αναπτυσσόμενες χώρες, ή στις μακρινές περιοχές χωρίς τηλεφωνική υπηρεσία, Multi-channel Multi-point Distribution Service (MMDS) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση των POTS, για να παρέχει τη βασική φωνητική τηλεφωνία και τις περιορισμένης ζώνης υπηρεσίες στοιχείων για μια απόσταση για παράδειγμα 10-20 μιλίων που χρησιμοποιούν τη ζώνη 3,5GHz. Εναλλακτικά, στις πιο προηγμένες οικονομικά αγορές, όπου υπάρχει απαίτηση για τις ευρυζωνικές υπηρεσίες, το Local Multi-point Distribution Services (LMDS) θα μπορούσε να παρακάμψει τις υπάρχουσες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες για να παρέχει τις ευρυζωνικές συνδέσεις πάνω από 1-2 μίλια (που πρέπει να είναι γραμμή θέας) χρησιμοποιώντας ζώνες από 26GHz μέχρι 40GHz.

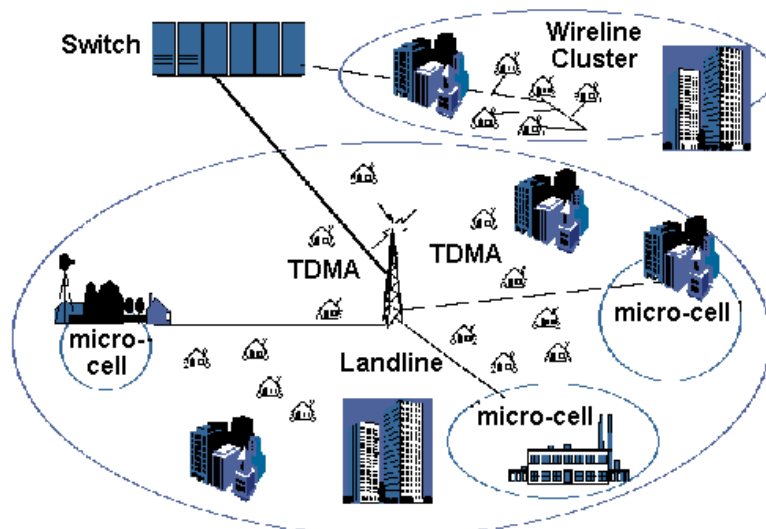
Το Multi-channel Multi-point Distribution Service (MMDS), με τυπικό εύρος ζώνης 3.5GHz στην Ευρώπη (2-3GHz in US), είναι λιγότερο ευαίσθητο στις παρεμβάσεις συγκριτικά με το LMDS, και παρέχει επίσης οπτική επαφή. Το MMDS μπορεί να υποστηρίξει μεγαλύτερες αποστάσεις από το LMDS, μέχρι 48χλμ μεταξύ των περιοχών. Το μειονέκτημα είναι ότι το MMDS είναι πιο αργό, προσφέροντας ταχύτητα προς τους χρήστες (downstream) περίπου 10-20 Mbps ανά κανάλι, το οποίο μοιράζεται μεταξύ όλων όσων έχουν πρόσβαση στο σύστημα τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

8. FWA – Fixed Wireless Access

8.1 Ευρεία ζώνη FWA

Η παράδοση των ευρυζωνικών υπηρεσιών στον πελάτη μπορεί να επιτευχθεί μέσα από πολλές διαφορετικές πλατφόρμες μετάδοσης, όπως το καλώδιο χαλκού, το καλώδιο, την ίνα ή τα ραδιοκύματα. Η χρήση των ραδιοκυμάτων για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών ονομάζεται "Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση" (FWA). Είναι μια μέθοδος παροχής ηλεκτρονικών υπηρεσιών επικοινωνίας στους καταναλωτές χωρίς την απαίτηση των καλωδίων στις εγκαταστάσεις του πελάτη. Η σύνδεση από τις εγκαταστάσεις του πελάτη στο δίκτυο επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των ραδιοκυμάτων μεταξύ της βάσης-σταθμού (hub) και των εγκαταστάσεων του πελάτη. Ένας ενιαίος σταθμός βάσης μπορεί να παρέχει την υπηρεσία σε αρκετούς πελάτες, ανάλογα με τις ευρυζωνικές απαιτήσεις τους.¹⁷

Το FWA είναι μια τοπική υπηρεσία ανταλλαγής δεδομένων βασισμένη σε ραδιοκύματα στην οποία η τηλεφωνική υπηρεσία παρέχεται από τους κοινούς μεταφορείς (εικόνα 9). Αρχικά μειώνει το κόστος της συμβατικής γραμμής καλωδίων. FWA επεκτείνει την τηλεφωνική υπηρεσία με την αντικατάσταση του τοπικού βρόχου καλωδιώσεων με τις ραδιοεπικοινωνίες. Άλλες ονομασίες για το FWA αποτελούν οι εξής: fixed loop, fixed radio access, wireless telephony, radio loop, fixed wireless, radio access, and Ionica.. Τα συστήματα FWA χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες πρόσβασης TDMA και CDMA.



Εικόνα 9 : Fixed Wireless Access

Υπάρχουν κυρίως δύο τρόποι με τους οποίους το FWA μπορεί να εφαρμοστεί:

- Στα point-to-multipoint συστήματα, ένας ενιαίος σταθμός βάσεων θα παράσχει τις τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες μέσα σε μια καθορισμένη γεωγραφική περιοχή υπηρεσιών. Η περιοχή υπηρεσιών θα είναι το κέντρο στη γεωγραφική θέση του προτεινόμενου σταθμού βάσεων.
- Αφ' ετέρου, ορισμένα δίκτυα δεν χρησιμοποιούν έναν κεντρικό σταθμό βάσεων αλλά μικρότερους κόμβους, κατά συνέπεια η περιοχή υπηρεσιών είναι κέντρο σε μια καθορισμένη γεωγραφική θέση παρά στη θέση ενός συγκεκριμένου σταθμού βάσεων.

8.2 Κατηγορίες υπηρεσιών FWA

Η αγορά της σταθερής ασύρματης πρόσβασης κατηγοριοποιείται ως εξής:

1. Φωνή και συστήματα δεδομένων χαμηλής ταχύτητας (περιορισμένο εύρος ζώνης – narrowband). Η κύρια βάση πελατών φαίνεται να είναι η αγορά οικιακών χρηστών (residential market).
2. Υπηρεσίες τύπου ISDN (μεσαίο εύρος ζώνης). Η αγορά αποτελείται κυρίως από εμπορικούς πελάτες μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων.
3. Ευρυζωνικές αλληλεπιδραστικές υπηρεσίες (πολύ ευρύ φάσμα – broadband), όπως γρήγορη πρόσβαση στο Διαδίκτυο, υπηρεσίες τοπικού δικτύου, ταχεία μετάδοση αρχείων και δεδομένων, τηλεδιάσκεψη, τηλεϊατρική και αλληλεπιδραστικές υπηρεσίες πολυμέσων. Προβλέπεται ότι η αρχική κίνηση θα είναι περίπου συμμετρική ενώ γρήγορα θα εξελιχθεί σε έντονα ασυμμετρική.¹³

Ένα μειονέκτημα του FWA, ιδιαίτερα για την ευρυζωνική μετάδοση, είναι η σχέση εύρους ζώνης / απόστασης. Αυτό σημαίνει ότι ο ρυθμός επέκτασης του FWA θα καθοριστεί από τις απαιτήσεις των πελατών. Για την εγκατάσταση του συστήματος επιλέγονται πυκνοκατοικημένες ώστε η εγκατάσταση να είναι οικονομικά βιώσιμη. Για παράδειγμα στις αναπτυσσόμενες χώρες, ή τις μακρινές περιοχές χωρίς τηλεφωνική υπηρεσία, οι καταναλωτές θα επιλέξουν άλλες τεχνολογίες για τη παροχή ευρυζωνικότητας.

8.3 Ζώνες Φάσματος FWA

Η Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση (FWA) μπορεί χαρακτηριστικά να εφαρμοστεί στις ακόλουθες ζώνες φάσματος:

3.4GHz – 3.6GHz, 10.5GHz, 26GHz, 28GHz και 42GHz.

Η ευρυζωνική ασύρματη τεχνολογία σε οποιοσδήποτε από αυτές τις συχνότητες έχει την ικανότητα να προσφέρει ακριβώς το ίδιο σύνολο υπηρεσιών. Εντούτοις, οι ικανότητες των δικτύων 3.5GHz διαφέρουν από εκείνες των άλλων συχνοτήτων λόγω του μεγαλύτερου γεωγραφικού εύρους του εξοπλισμού για τη χρήση σε 3.5GHz. Αυτές οι ευνοϊκές ιδιότητες έκαναν αυτήν την ζώνη συχνότητας την προτιμημένη επιλογή για τους προμηθευτές.

Κατά συνέπεια οι σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις που έχουν γίνει για το συγκεκριμένο εύρος, έχουν επιτρέψει τη μαζική παραγωγή προϊόντων για αυτήν την συχνότητα. Αυτό οδήγησε στη συνέχεια σε φτηνότερα προϊόντα που παρέχονται για τους ενδεχόμενους προμηθευτές και τους πελάτες.

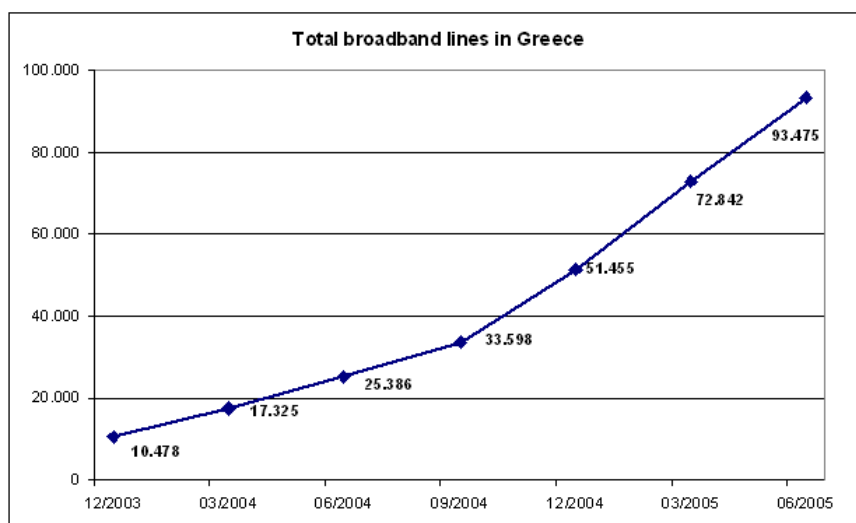
9. Η Ελληνική Πραγματικότητα.

Ειδικότερα στην Ελλάδα όλα τα στοιχεία αποδεικνύουν ότι ο συνδυασμός εγγενών χαρακτηριστικών της τοπικής αγοράς και της έως τώρα έλλειψης ανταγωνισμού στις τηλεπικοινωνίες (με εξαίρεση την κινητή τηλεφωνία) δεν επιτρέπουν την ταχεία ανάπτυξη της ευρυζωνικής πρόσβασης, σε σύγκριση με τους εταίρους μας στην Ε.Ε. και στον ΟΟΣΑ. Το γεγονός αυτό, επιβάλλει την εισήγηση τολμηρών και φιλόδοξων, αλλά ταυτόχρονα ρεαλιστικών και με άμεση δυνατότητα υλοποίησης, στόχων. Η υστέρηση στην εκτέλεση του έργου αυτού, ειδικά κατά την κρίσιμη περίοδο ανάληψης σημαντικών συναφών δράσεων τεχνολογικής αναβάθμισης τα οποία είναι αδύνατον να υλοποιηθούν ολοκληρωμένα χωρίς ευρυζωνικές επικοινωνιακές υποδομές, θα οδηγήσει τη χώρα σε ακόμη δυσμενέστερη θέση στην παγκόσμια ανταγωνιστική οικονομία.

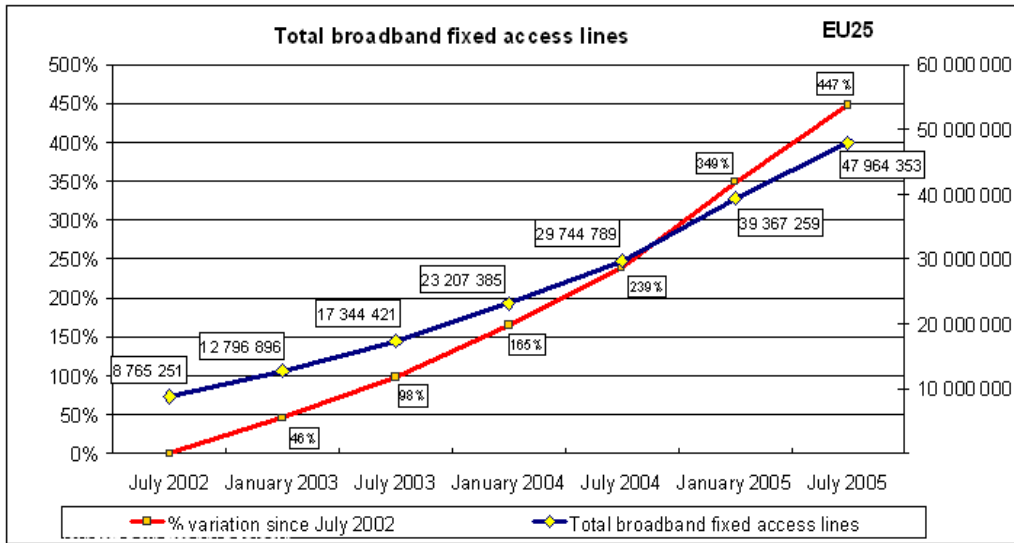
Όσον αφορά την υποσχόμενη διαθεσιμότητα ευρυζωνικών υπηρεσιών από τον ΟΤΕ, ή τους νεοεμφανιζόμενους ανταγωνιστές του, δεν θα υπάρξει η απαιτούμενη εξάπλωση των σχετικών υποδομών και υπηρεσιών κάτω από το κρατούν σύστημα επιχειρηματικών προτύπων και πρακτικών, όπου η ανάπτυξη ευρυζωνικών υποδομών και η πρόσβαση στα δίκτυα επικοινωνίας, αντιμετωπίζεται ουσιαστικά ως παραπροϊόν της αγοράς τηλεφωνικών υπηρεσιών.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά διαγράμματα για το θέμα της ευρυζωνικότητας σε Ελλάδα και Ευρώπη:

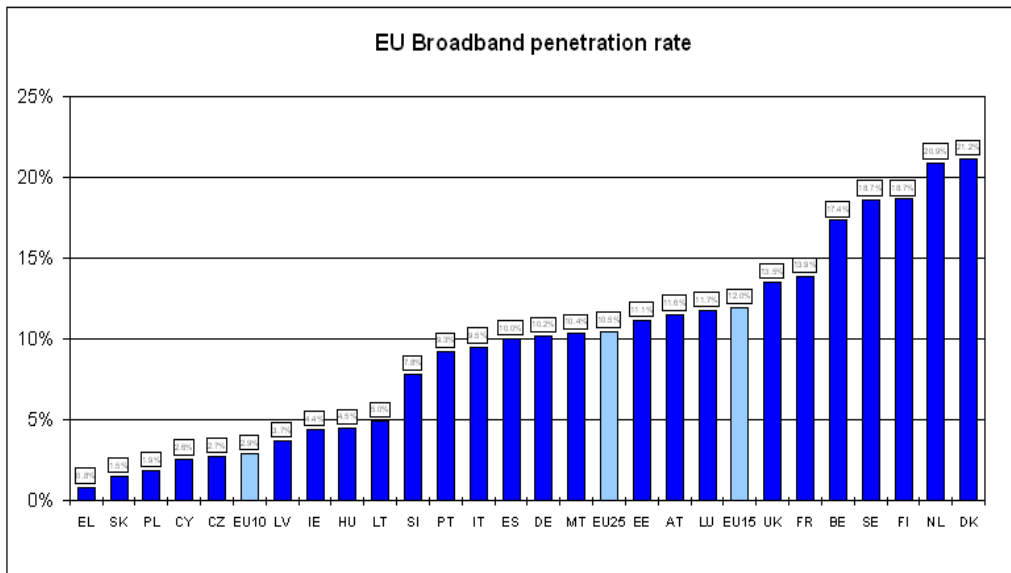
- 1) Οι ευρυζωνικές γραμμές στην Ελλάδα 9-πλασιάστηκαν τα τελευταία 2,5 χρόνια. (Στοιχεία ΕΕΤΤ 6/2005)



2) Στην Ευρώπη οι ευρωζωνικές γραμμές 5-πλασιάστηκαν σε 3 χρόνια (Στοιχεία CoCom 6/2005)



3) Παρά όμως την αύξηση των τελευταίων ετών η Ελλάδα παραμένει ουραγός στην ευρωζωνική διείσδυση (Στοιχεία CoCom 6/2005).



10. Το μέλλον του Διαδικτύου

Το μέλλον του Διαδικτύου πρόκειται να είναι ιδιαίτερα συναρπαστικό, αν λάβει κανείς υπόψη του τις εξελίξεις που λαμβάνουν χώρα αυτήν τη στιγμή σε διάφορους τομείς. Ίσως αξίζει να αναφερθεί πρώτα από όλα ότι αυτό το μέλλον διασφαλίζεται από τη στενή συνάφεια που αποκτά καθημερινά το δίκτυο με πολυποίκιλες οικονομικές και επιχειρηματικές δραστηριότητες, οι οποίες με τη σειρά τους έχουν όφελος από αυτό το καινούριο εργαλείο, για να έλθουν σε καλύτερη, γρηγορότερη και πιο αποτελεσματική επαφή με τον πελάτη τους. Πέρα από τη νέα μορφή οικονομίας που προκύπτει, τη Net economy, το δίκτυο σχετίζεται με μία πολυσχιδή δυναμική. Αυτή αφορά στην εξέλιξη της ίδιας της ανθρωπότητας προς μία εποχή την οποία χαρακτηρίζουν η μεγαλύτερη ανάγκη για επικοινωνία και πληροφόρηση και, τελικά, η κατανόηση ανάμεσα σε διαφορετικές κοινωνικές και πολιτιστικές ομάδες. Εκτός από το σοβαρό μέρος, υπάρχει και το καθαρά ψυχαγωγικό κομμάτι του Διαδικτύου, αν σκεφτεί κανείς τις δυνατότητες για παιχνίδια που προσφέρονται μέσα από αυτό αλλά και κάθε είδους ψυχαγωγικό περιεχόμενο από διάφορους δικτυακούς τόπους. Όλα αυτά αναμένεται να αποκτήσουν σχεδόν καθολικό χαρακτήρα στο άμεσο, μάλιστα, μέλλον, επειδή έχουν αρχίσει να παρουσιάζονται οι τεχνολογίες που θα παρέχουν το απαιτούμενο bandwidth. Όταν αυτό θα επαρκεί, πολλές διαφορετικές πλευρές του φαινομένου "επικοινωνία και πληροφόρηση" θα αρχίσουν να συγκλίνουν. Τηλεοπτικά προγράμματα, για παράδειγμα, θα παρέχονται μέσα από το δίκτυο ή ο οικιακός μας χώρος θα είναι δικτυωμένος ολοκληρωτικά, ενώ η πρόσβαση σύντομα θα γίνεται ασύρματα μέσα από πολλών ειδών "έξυπνες" ηλεκτρονικές συσκευές.

Η ανάγκη για ευρυζωνική πρόσβαση στο σπίτι θα ενισχύεται από το γεγονός ότι στο άμεσο μέλλον η αυξάνεται σύγκλιση ανάμεσα στην τηλεόραση, ένα από τα πιο παραδοσιακά μέσα πληροφόρησης, και το Διαδίκτυο, το οποίο θα γίνει το κατεξοχήν μέσο πληροφόρησης. Η ήδη υπάρχουσα τάση να μεταδίδεται τηλεοπτικό περιεχόμενο υπό μορφή ψηφιακού βίντεο από ιστοσελίδες σε μεγάλα τηλεοπτικά κανάλια του εξωτερικού θα ενισχυθεί, όταν τα ίδια τα τηλεοπτικά δίκτυα θα παράσχουν όλο το πρόγραμμα του σε ψηφιακή μορφή. Η ψηφιακή τηλεόραση δεν αφορά μόνο στην υψηλή ευκρίνεια, αλλά κυρίως στην αλληλεπιδραστικότητα με το

χρήστη, ο οποίος μπορεί έτσι να επιλέγει την πληροφόρησή του με τον τρόπο που ο ίδιος θέλει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Clark D. Martin, “Wireless Access Networks, Fixed Wireless and WLL Networks – Design and Operation”, John Wiley and Sons LTD, Germany 2000.
- Gillespie Alex, “Broadband Access, Technology Interface and Management”, Artech House, Boston – London 2000.

Πηγές Διαδικτύου

1. <http://www.tcom.auth.gr/isdn/technologies/technologies.html> ,σκοπός της σελίδας αυτής είναι η συνοπτική παρουσίαση των νέων τεχνολογιών που μπαίνουν δυναμικά στη ζωή μας και αλλάζουν δραστικά τον τρόπο επικοινωνίας.
2. <http://www.dslforum.org>, το DSL Forum αποτελεί ένα συνεταιρισμό από περίπου 200 ηγετικές επιχειρήσεις από το τομέα των τηλεπικοινωνιών. Ιδιαίτερα χρήσιμα είναι τα Technical Reports που περιέχονται στην ιστοσελίδα.
3. <http://www.thetechdictionary.com/> , η ιστοσελίδα αυτή, ερμηνεύει σύγχρονους τεχνολογικούς όρους.
4. http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktyvn/teaching_m/dsl/vdsl.htm , από τη σελίδα αυτή επιλέχθηκαν οι ορισμοί που δίνονται σχετικά με το VDSL, MSDSL, RDSL.
5. <http://www.in.gr/Articles> , άρθρο του περιοδικού RAM με τίτλο «Δορυφορική Επικοινωνία». Στη σελίδα αυτή περιέχονται όλα τα τεύχη του περιοδικού RAM.
6. 2T.net , άρθρο του Αναστάσιου Κυριβοτζόγλου, «Internet μέσω Δορυφόρου»
7. <http://broadband.hellas-sat.net> , η ιστοσελίδα αυτή παρέχει πληροφορίες για broadband πρόσβαση στο Διαδίκτυο μέσω του Ελληνικού Δορυφόρου σε Ελλάδα και εξωτερικό.
8. http://www.cti.gr/gr_v/astrolab.html , Ερευνητικού Ακαδημαϊκού Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πατρών. Περιέχει:

πληροφορίες που αφορούν την δραστηριότητα και τους στόχους του οργανισμού, πληροφορίες για την δομή και την οργάνωση του, αθώς και ενδιαφέροντα νέα και ανακοινώσεις

9. <http://www.intracom.gr> , ελληνική πολυεθνική εταιρία στους τομείς της παροχής λύσεων πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών. Σχετικά με τις υπηρεσίες που παρέχουν για πρόσβαση στο Διαδίκτυο μέσω Δορυφόρου.
10. <http://www.satleo.gr> , δορυφορική τηλεόραση στην Ελλάδα. Αρχείο δημοσιευμάτων, νέα και πληροφορίες για τα δίκτυα.
11. www.iec.org , International Engineering Consortium (IEC), είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ασχολείται με τις τεχνολογικές εξελίξεις σε παγκόσμιο επίπεδο. Αναλαμβάνει την εκπαίδευση επαγγελματιών, εκπαιδευτικών και μαθητών. Χρησιμοποιήθηκαν τα “Web Forum Tutorials” σε μορφή pdf.
12. <http://www.esatbusiness.com> , εταιρεία της Ιρλανδίας που προσφέρει ευρυζωνική πρόσβαση στο Διαδίκτυο για το σπίτι και σε επιχειρήσεις.
13. <http://www.eett.gr> , Η ΕΕΤΤ (Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων), η Εθνική Ρυθμιστική Αρχή η οποία επιβλέπει και ρυθμίζει την τηλεπικοινωνιακή αγορά και την αγορά των ταχυδρομικών υπηρεσιών. Στοχεύει στην προώθηση της ανάπτυξης της αγοράς, την εξασφάλιση της ομαλής της λειτουργίας στα πλαίσια του υγιούς ανταγωνισμού και της διασφάλισης των συμφερόντων των χρηστών. Η ΕΕΤΤ είναι διοικητικά αυτοτελής και οικονομικά ανεξάρτητη.
14. www.kathimerini.gr , έκδοση της εφημερίδας Καθημερινής στο Διαδίκτυο. Άρθρο του Φώτη Κόλλια, «Οι μεγάλοι των τηλεπικοινωνιών επενδύουν στο Wi-Max”.
15. <http://www.ntua.gr> , σημειώσεις σχετικά με την «Απελευθέρωση των Τηλεπικοινωνιών».
16. <http://bigpond.com> , εταιρεία της Αυστραλίας που προσφέρει ευρυζωνική πρόσβαση για το σπίτι και για επιχειρήσεις. Προσφέρει ADSL, Cable Modem, Wireless Broadband, Satellite.
17. www.comreg.ie , Commission for Communications Regulation. Είναι η υπεύθυνη ρυθμιστική Αρχή σχετικά με τις Τηλεπικοινωνίες, τις Αναμεταδόσεις και τα Ταχυδρομεία.

Διάφορα

- “The Development of Broadband Access Platforms in Europe - Technologies, Services, Markets”, Full Report by European Commission, August 2001.
- “TEMPO : Τεχνολογίες σε Multi – Protocol δίκτυα”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εργαστήριο Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων. Αναφορά σχετικά με τη πλατφόρμα LMDS για λογαριασμό της εταιρείας Alcatel.